ISSN [illegible]

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ



СОДЕРЖАНИЕ





РАДИОЛЮБИТЕЛИ — НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

ЭХОЛОТ

А. Рябухин

Предлагаемый ультразвуковой эхолот (рис. 1) отличается от известных устройств такого же назначения простотой и удобством в работе.Он не требует при налаживании приборов, недоступных широкому кругу радиолюбителей.

Эхолот, собранный по схеме, приведенной иа рис. 1, позволяет измерять глубину в интервале 0—30 м. Этот диапазои разбит на два поддиапазона измерений 0—10 н 0—30 м. Несущая частота ультразвуковых колебаний 1,1 МГц при длительности зоидирующего импульса 80 мкс и частоте следования 25 Гц. Узкая диагрвмма направлениости, угол раствора главного лепестка которой на нулевом уровне составляет 4°, позволяет изучать рельеф дна. Питается эхолот от батареи «Кроиа», потребляемый ток не более 20 мА.

Прибор состоит из пяти основных частей — генератора ультразвуковых импульсов, основой которого является траизистор *V1*; усилителя высокой частоты (*A1*); детектора (*V3*, *V4*); триггера (*D1*) и блока индикации (*P1*). Генератор ультразвуковой частоты собран по

1—2925

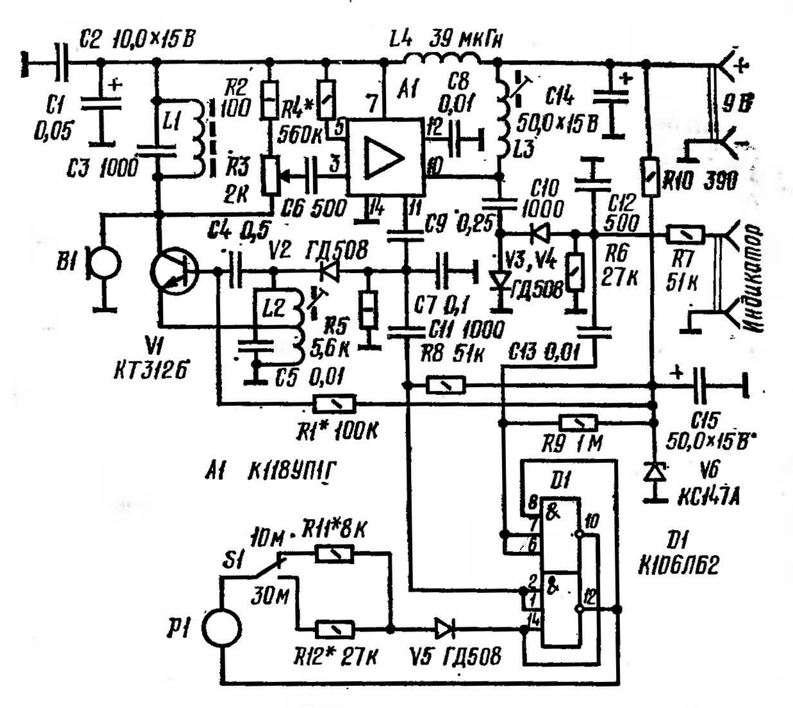


Рис. 1. Принципиальная схема прибора

схеме индуктивной трехточки с частотозадающим контуром *L2C5*. Через конденсатор *C4* осуществляется положительная обратная связь с колебательным контуром. Кроме этого, напряжение высокой частоты, приложенное к базе транзистора, выпрямляется базовым *p*—*n*-переходом и заряжает конденсатор *C4*. Медленно меняющееся (по сравнению с высокочастотными колебаниями контура) напряжение на конденсаторе приложено между базой и эмиттером транзистора таким образом, что на базе будет отрицательный потенциал. После зарядки конденсатора до некоторого порогового значения, зависящего от добротности контура и соотношения числа витков в верхней и нижней по схеме частях обмотки *L2* (для данного случая пороговое напряжение составляет —3 В), транзистор закрывается. Это приводит к срыву колебаний генератора. В базовой цепи формируется высокочастотный импульс, осциллограмма которого при-

ведена на рис. 2, *а*. Длительность этого импульса пропорциональна постоянной времени зарядки конденсатора *C4* и равна 80 мкс. Период повторения импульсов задается постоянной времени цепи перезарядки конденсатора *C4* до напряжения, необходимого для повторного отпирания *V1* через резистор *R1* от источника напряжения 4,7 В, стабилизированного стабилитроном *V6*. Во время налаживания период повторения импульсов устанавливают равным времени двойного пробега ультразвуковым импульсом максимальной измеряемой глубины 30 м (рис. 2, *б*). Так как нагрузкой генератора служит колебательная система *L1*, *C3*, *B1*, то на ней формируется подобный базовому высокочастотный импульс (рис. 2, *в*). Как видно из осциллограмм на рис. 2, *а* и 2, *в*, амплитуда высокочастотных колебаний в цепи коллектора ниже амплитуды колебаний в цепи базы. Это вызвано снижением модуля электрического импеданса пьезокерамического преобразователя *B1* при механическом резонансе [1], на частоту которого настроен генератор.

Во время высокочастотных колебаний пьезопреобразователь работает в качестве излучателя ультразвуковых колебаний, а в промежутке между импульсами является приемником эхо-сигнала. Сигнал, отраженный от объекта и принятый преобразователем, через регулятор усиления *R3* и конденсатор *C6* поступает на вход усилителя высокой частоты (микросхема *A1*). Осциллограмма принятого сигнала приведена на рис. 2, *г*. Здесь первый импульс, амплитуда которого значительно больше высоты экрана, соответствует излученному импульсу, остальные — эхо-сигналам, полученным в результате одного, двух и т. д. проходов ультразвуковым импульсом сосуда, в котором производилось налаживание. На *11* вывод элемента *A1* через конденсатор *C9* подается импульс, запирающий микросхему на время излучения. Запирающий импульс формируется при выпрямлении диодом *V2* напряжения, снимаемого с контура *L2C5*. Диодами *V3*, *V4* детектируется сигнал, выделенный контуром, состоящим из катушки *L3* и входной емкости детектора. Этот контур служит нагрузкой усилителя ВЧ. Огибающая высокочастотного сигнала при минимальном усилении показана на рис. 2, *д*, при максимальном — на рис. 2, *е*.

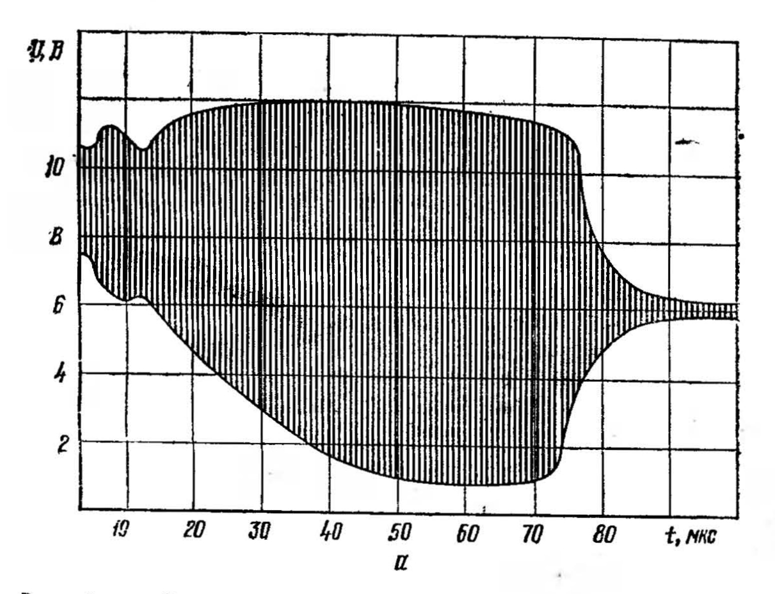


Рис. 2, а. Осциллограмма высокочастотного импульса в цепи базы

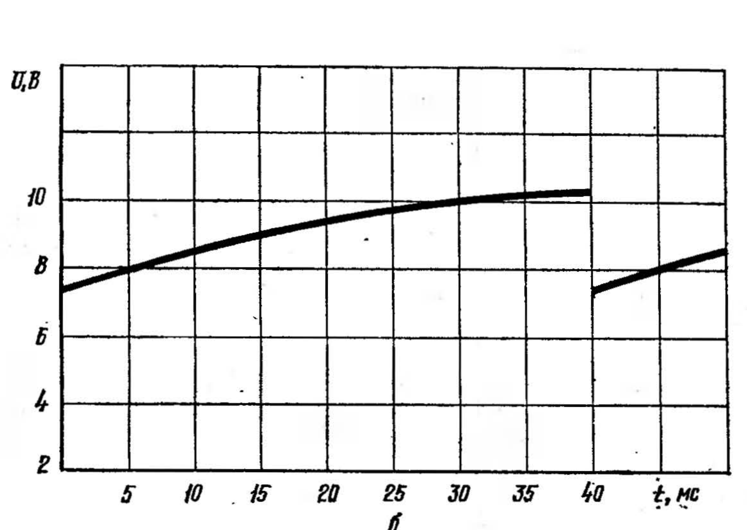


Рис. 2, б. Осциллограмма ультразвукового импульса с периодом повторения, равным времени двойного пробега глубины 30 м

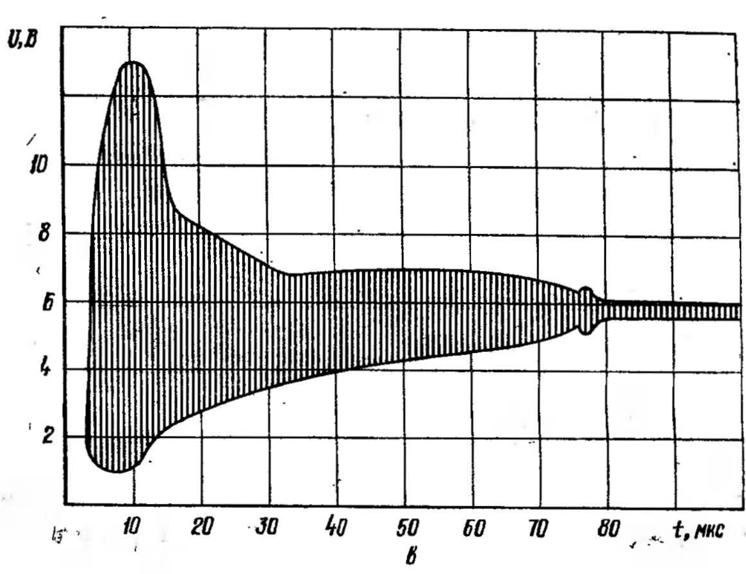


Рис. 2, в. Осциллограмма высокочастотного импульса в цепи коллектора

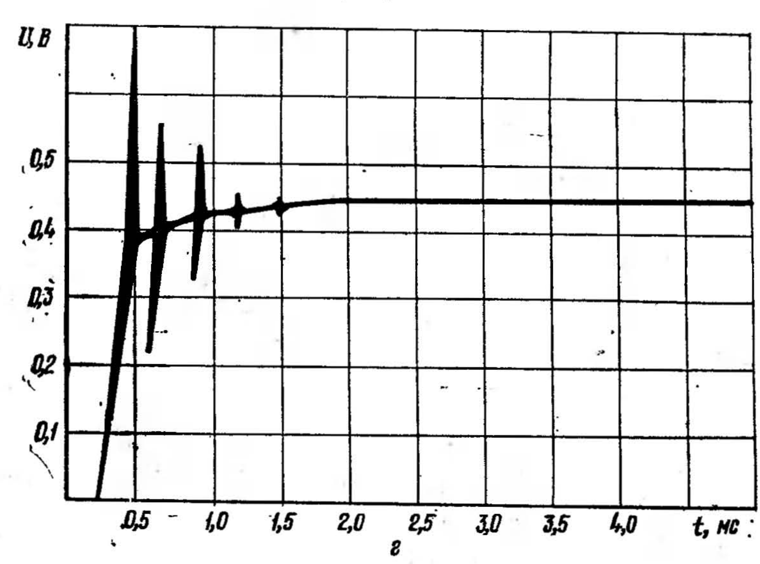


Рис. 2, г. Осциллограмма принятого сигнала

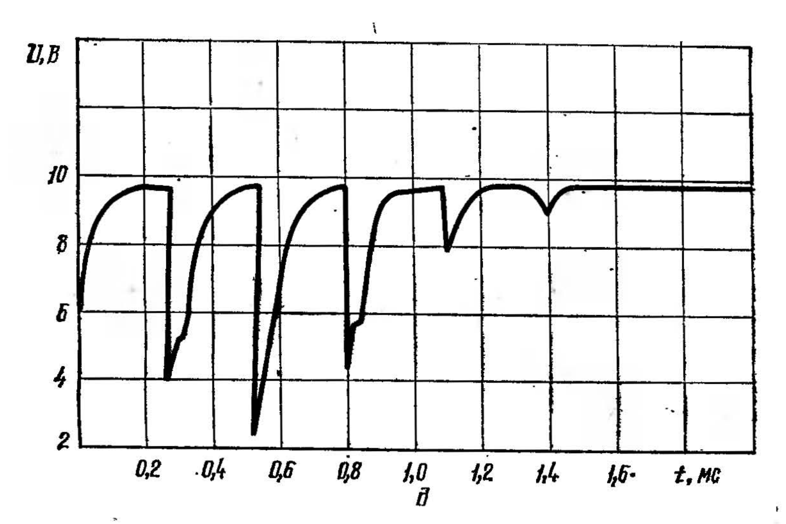


Рис. 2, д. Огибающая высокочастотного сигнала при минимальном усилении

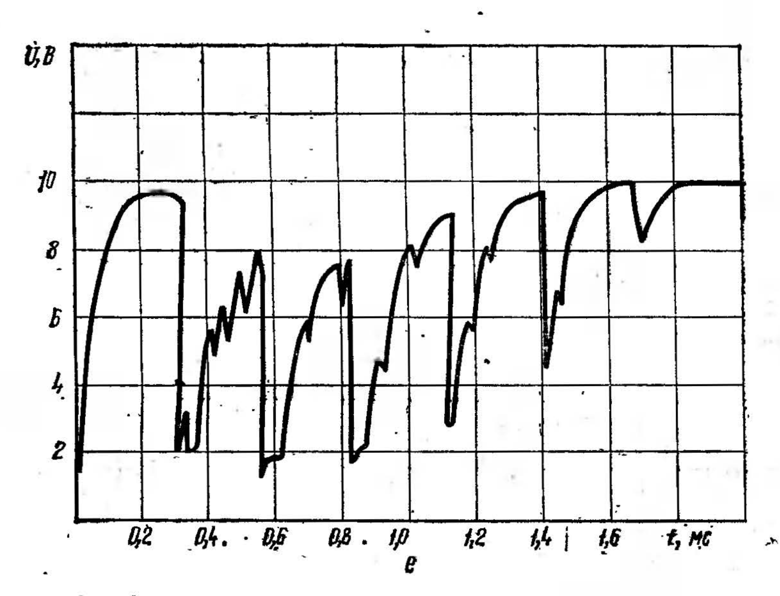


Рис. 2, е. Огибающая высокочастотного сигнала при максимальном усилении

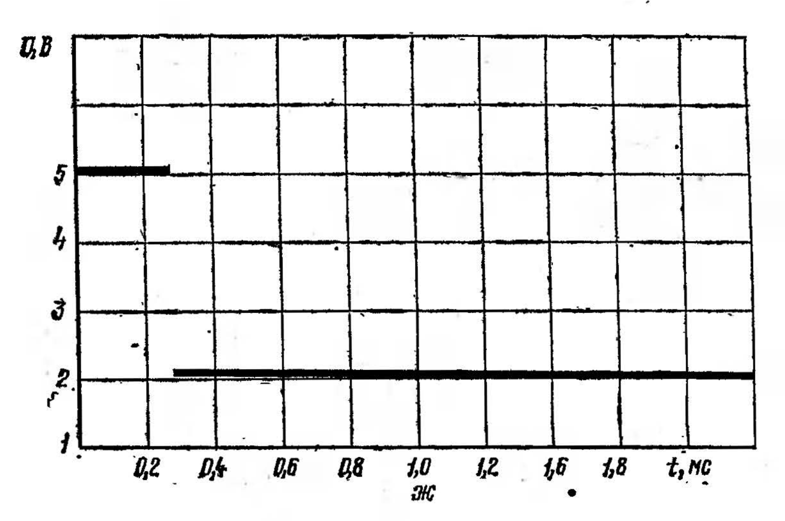


Рис. 2, ж. Осциллограмма выходного импульса

Триггер на базе микросхемы *D1* преобразовывает информацию о глубине, определяемую расстоянием между импульсами, в длительность импульса. Выходной импульс триггера начинается в момент посылки зондирующего сигнала и заканчивается при его возвращении. В момент начала излучения триггер запускается от схемы гашения, а при приходе эхо-сигнала возвращается в исходное состояние усиленным и выпрямленным высокочастотным импульсом. В цепь выхода микросхемы включен микроамперметр. Ток, протекающий через него, пропорционален длительности выходного импульса (рис. 2, *ж*).

К деталям прибора не предъявляется особых требований, необходимо лишь, чтобы конденсаторы *С3*, *С4*, *С5* и *С10* имели низкий ТКЕ (например, МБМ). Высокочастотные катушки намотаны на каркасах диаметром 7,5 мм и имеют сердечники СЦР-1 или СЦР-3. Катушка *L1* содержит 20, а *L2* — 14 витков провода ПЭЛ-0,42 (отвод у нее сделан от 9-го витка, считая от соединенного с корпусом конца), *L3* — 200 витков провода ПЭЛ-0,12. В эхолоте можно применить транзисторы КТ301 или КТ312, диоды Д9. Микросхема К118УП1Г заменяется на К118УП1В, но при этом несколько сни-

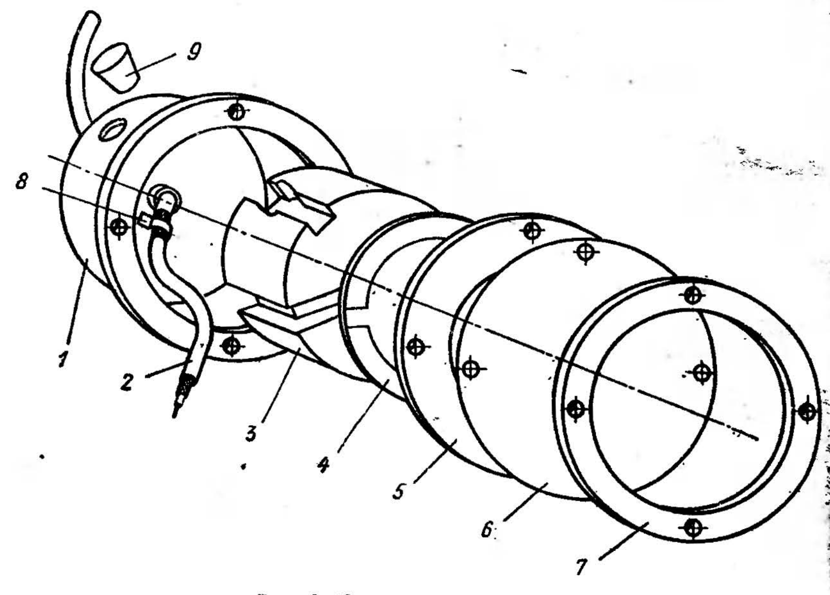


Рис. 3. Конструкция излучателя

зится коэффициент усиления. Микросхема *D1* может быть К106ЛБ2Б или К106ТР2, К106ТР2Б. Измерительным прибором служит микроамперметр с током полного отклонения 100—500 мкА.

При монтаже эхолота необходимо проследить, чтобы оси катушек *L2* и *L3* были перпендикулярны оси катушки *L1* и по возможности разнесены в пространстве.

Конструкция излучателя показана на рис. 3. Круглая пьезокерамическая пластина (преобразователь *B1*) *4* из титаната бария ($BaTiO_3$) диаметром 50 и толщиной 1,8 мм располагается в медном корпусе *1* таким образом, что сзади нее находится цилиндр *3* из пенопласта, с помощью которого осуществляется акустическое экранирование пьезоэлектрика (подавление обратных лепестков диаграммы направленности). Выходное окно затянуто полиэтиленовой пленкой *6* толщиной 0,2—0,3 мм, которая через резиновую прокладку *5* прижимается к корпусу излучателя кольцом *7*. Толщина пенопластового цилиндра такова, что пьезокерамический диск прижимается к нему прокладкой *5*, но при этом не

находится в напряженном состоянии. Излучатель соединяется с эхолотом коаксиальным кабелем *2* (с волновым сопротивлением 50 или 75 Ом), плотно входящим в корпус излучателя через резиновую трубку, вставленную в отверстие в задней стенке. Кабель припаивается к серебряному покрытию пьезокерамической пластины так, чтобы внешняя ее сторона соединялась с оплеткой кабеля. При сборке излучателя кабель крепится к корпусу скобой *8* (крепление должно обеспечивать электрический контакт) и укладывается в прорези пенопластового цилиндра.

Собранный излучатель заполняется конденсаторным (трансформаторным) маслом, создающим акустическую нагрузку на пластины, примерно равную нагрузке воды [2], после чего отверстие в корпусе закрывается пробкой *9*. Необходимо проследить, чтобы между пластиной и выходным окном не было пузырьков воздуха.

Если размеры пьезокерамической пластины отличаются от указанных, перед сборкой эхолота необходимо определить частоту ее механического резонанса продольных колебаний. Это можно сделать по приближенной формуле

$$f_р = \frac{C_з}{2l},$$

где $C_з$ — скорость продольных звуковых волн (для $BaTiO_3$ $C_з = 4500$ м/с); l — толщина пластины, м.

Резонансная частота может быть определена и экспериментально, что сводится к нахождению частоты, на которой модуль электрического импеданса имеет минимальное значение. Несколько выше по частоте находится точка, в которой модуль электрического импеданса достигает максимума, это антирезонансная частота, являющаяся менее пригодной для использования в подобных устройствах [1]. При экспериментальном определении резонансной частоты следует иметь в виду, что пьезокерамический преобразователь имеет также резонансную частоту поперечных колебаний. При размерах пластины, приведенных выше, частота поперечного механического резонанса составляла 50 кГц. Если полученная экспериментально резонансная частота отличается от 1,1 МГц более чем на 20%, необходимо произвести перерасчет колебательных контуров, например по методике, описанной в [4].

Осциллограф, имеющий ждущую развертку, единственный прибор, необходимый при настройке эхолота. Вполне пригоден для этой цели осциллограф Н-313. Для удобства налаживания сопротивление резистора *R1* временно устанавливают равным 10—12 кОм, что обеспечит более яркое свечение экрана осциллографа при его работе в ждущем режиме. Предварительно кратковременным включением эхолота (1—2 с) проверяют режим работы генератора ВЧ. Для этого осциллограф через резистор сопротивлением 1—2 кОм соединяют с коллектором транзистора *V1*. Если генератор работает в режиме непрерывной генерации, то неправильно выбрано соотношение витков до и после отвода в катушке *L2*. Для срыва генерации нужно увеличить число витков в нижней по схеме части катушки, оставив общее их число без изменений. Эта операция равносильна уменьшению коэффициента положительной обратной связи.

На время налаживания собранный излучатель помещают в сосуд с водой таким образом, чтобы плоскость выходного окна была параллельна дну и находилась в воде у ее свободной поверхности. Расстояние излучателя от стенок и дна должно быть максимально возможным. Настройку эхолота начинают с установки частоты генерации каскада на транзисторе *V1*, равной частоте продольного механического резонанса излучателя. Настройку следует начинать с контура *L2C5*. Сердечником и, если это необходимо, изменением емкости конденсатора *C5* добиваются появления на экране осциллографа (он подключается к коллектору через резистор 1—2 кОм) отраженного от дна сигнала (см. рис. 2, *г*). Затем подстраивают контур *L1C3B1*, учитывая, что собственная емкость преобразователя 4000—5000 пФ.

Далее осциллограф включают в гнездо «Индикатор» и настраивают усилитель высокой частоты. Подбором сопротивления резистора *R4* и изменением индуктивности катушки *L3* добиваются максимального усиления, которое контролируют по амплитуде последних эхо-сигналов серии (см. рис. 2, *д*, рис. 2, *е*), так как первые ограничены усилителем. Вслед за этим резистором *R1* частота повторения высокочастотных импульсов генератора устанавливается равной 25 Гц ($T = 40$ мс). В последнюю очередь производится калибровка прибора (в положении переключателя *S1* «30 м»). Так как триггер не должен

запускаться отраженным сигналом, излучатель следует отключить. Резистор *R11* устанавливают таким, чтобы стрелка микроамперметра отклонилась на всю шкалу. В положении переключателя *S1* «10 м» сопротивление резистора *R12* может быть вычислено по формуле

$$R12 = \frac{r + R_{11}}{3} - r,$$

где r — внутреннее сопротивление микроамперметра.

На рис. 4 приведена экспериментально снятая по схеме, изображенной на рис. 5, диаграмма направленности излучателя (кривая *1*). Металлический или пластмассовый шарик *2* (рис. 5) диаметром не более 1 см закреплен на конце щупа *3*, который может свободно перемещаться по направляющей *4*. С помощью осциллографа, подключенного к клеммам «Индикатор», снимают зависимость амплитуды эхо-сигнала от перемещения щупа в направлении, перпендикулярном плоскости рисунка. Если шарик находится на расстоянии одного метра от излучателя, то при перемещении его иа 1 см направленность изменяется на 36′. Полученной таким образом зависимости достаточно для определения ширины диаграммы направленности на нулевом уровне. При этом нужно помнить, что кривая соответствует квадрату нстинной диаграммы направленности, так как зондирующий сигнал прошел через излучатель дважды — при излучении и при приеме. Кривая *2* (см. рис. 4) отображает истинную (нормированную) диаграмму направленности. Как видно из рисунка, ширина диаграммы на нулевом уровне равна 4°, на уровне 0,707 примерно 2°. Это хорошо согласуется с расчетными данными [3]:

$$Sin\,\Theta_0 = 1{,}22\,\frac{\lambda}{d};$$

$$Sin\,\Theta_{0,707} = 0{,}51\,\frac{\lambda}{d},$$

где 2Θ — шириаа главного лепестка; λ — длина ультразвуковой волны в воде; d — диаметр пьезокерамической пластины.

Для испытания эхолота на дальность действия нет необходимости производить измерения в водоеме с тридцатиметровой глубиной. Можно использовать стеклянный или металлический сосуды цилиндрической илн прямоугольной формы. Диаметр (сторона основания)

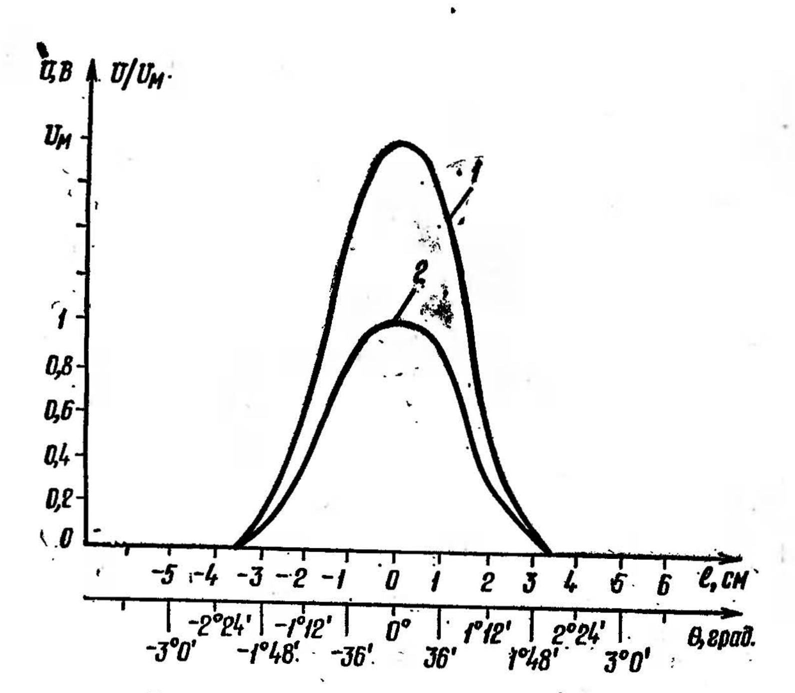


Рис. 4. Диаграмма направленности излучателя

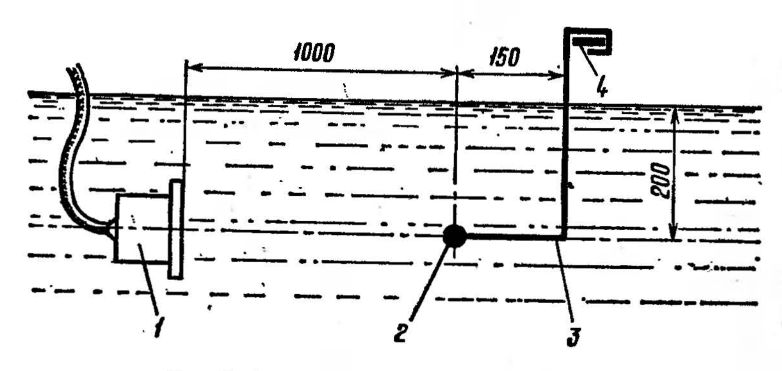


Рис. 5. Снятие диаграммы направленности

сосуда должен быть не менее 60—70 см, глубина — не менее 50 см, дно — по возможности гладкое и плоское. Эксперимент заключается в получении реверберации длительностью 40 мс. Именно такое время необходимо звуку для прохождения в воде расстояния 60 м. Сосуд устанавливается строго горизонтально и заполняется водой. В центр сосуда помещается излучатель, погруженный в воду лишь на 0,5—1 см. Реверберацию контролируют по осциллографу. Наблюдая ее, необходимо учитывать, что даже при незначительном отклонении ультразвукового луча от направления, перпендикулярного дну и поверхности воды, время реверберации значительно уменьшается.

При толщине слоя воды 0,5 м за свой 60-метровый путь ультразвуковой импульс претерпевает 30 отражений от дна и столько же от границы раздела вода-воздух. Коэффициент отражения от воздуха близок к единице, от металлического или стеклянного дна не превышает 0,9. Будем считать его равным 0,9.

После тридцати отражений амплитуда сигнала составит примерно 0,042 от падающего.

Таким образом, описанный выше опыт с достаточной достоверностью доказывает работоспособность прибора вплоть до глубины 30 м. Необходимо добавить, что реальный сигнал после 40 мс реверберации имеет величину, значительно более низкую, чем полученная по приближенной оценке. Это связано с гашением ультразвука вследствие интерференции. Несмотря на узкую диаграмму направленности, диаметр сечения ультразвукового луча на расстоянии 60 м от излучателя составляет 2 м, а так как размеры сосуда, в котором проводилось последнее измерение, значительно меньше, возникают интерференционные явления, вызванные скользящим отражением от стенок сосуда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Домаркас В. И., Кажис Р. Ю. Контрольно-измерительные пьезоэлектрические преобразователи.— Вильнюс: Минтис, 1975, с. 28—31, 43—48.

2. Сергеев В. Н. Радиоэлектроника под водой.— Л.: Энергия, 1971, с. 29—33, 86.

3. Свердлин Г. М. Гидроакустические преобразователи и антенны.— Л.: Судостроение, 1980, с. 100—101, с. 159.

4. Токаревский Ю. Упрощенный перерасчет колебательного контура.— Радио, 1971, № 8, с. 54—55.

БЕСКОНТАКТНЫЙ СИГНАЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ В КАСКЕ

Е. Фигурнов, Н. Азаров, А. Бочев, С. Голутвин

Бесконтактные сигнализаторы высокого напряжения представляют собой портативные автономные приборы, измеряющие напряженность электрического поля. При превышении определенного уровня напряженности сигнализаторы подают световой или звуковой сигнал.

Такие приборы, размещенные в касках электромонтеров, обеспечивают тревожный предупредительный звуковой сигнал при приближении головы человека к токоведущим частям ближе установленных норм, что существенно повышает электробезопасность обслуживающего персонала. Размещать сигнализатор удобнее в каске, так как в этом случае при малой мощности звукового сигнала он может эффективно воздействовать на слух.

Авторами статьи разработан сигнализатор, в котором антенна подключена непосредственно ко входу порогового устройства, управляющего работой генератора звуковых сигналов. Пороговое устройство выполнено на полевом транзисторе, высокое входное сопротивление которого согласуется с выходным сопротивлением антенны.

Сигнализатор, принципиальная схема которого представлена на рис. 1, содержит приемную антенну *W1*, пороговое устройство на транзисторах *V1* и *V2*, интегратор *C2*, *R7*, электронный ключ на транзисторе *V3*, звуковой генератор на транзисторах *V4* и *V5* и устройство контроля исправности, управляемое переключателем *S1*.

Сигнализатор работает следующим образом. В исходном режиме транзисторы *V2*, *V3*, *V4*, *V5* закрыты, и прибор практически не потребляет энергии. При приближении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, в антенне *W1* наводится ЭДС. Резистор *R2* подобран так, что при приближении антенны к токоведущим частям ближе установленных норм амплитуда наведенной ЭДС станет больше напряжения отсечки полевого транзистора *V1*. Тогда при каждой положительной полуволне наведенной ЭДС транзистор *V1* закрывается, а *V2* открывается. При этом переключение порогового устройства происходит релейно вследствие положительной обратной связи через резистор *R5*. На

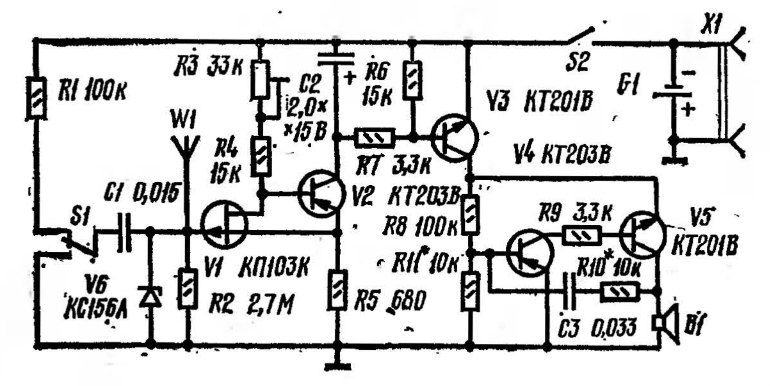


Рис. 1. Принципиальная схема сигнализатора

коллекторе транзистора *V2* появляются прямоугольные импульсы напряжения частотой 50 Гц. Эти импульсы сглаживаются интегратором *С2*, *R7*, в результате чего транзисторный ключ *V3* надежно открывается и подает питание на звуковой генератор, и миниатюрный телефон *В1* подает тревожный звуковой сигнал. Частота колебаний звукового генератора задается резистором *R10* и конденсатором *С3* и равна 1,5—3 кГц.

С помощью устройства контроля исправности можно проверить работоспособность сигнализатора. Для этого на вход порогового устройства подается кратковременный импульс положительной полярности через переключатель *S1*. При замыкании нижних по схеме контактов *S1* конденсатор *С1*, предварительно заряженный по цепи *R1C1R2*, подключается к корпусу, и на затвор транзистора *V1* подается положительный потенциал, что вызывает срабатывание сигнализатора на время разрядки конденсатора *С1*.

Стабилитрон *V6*, подключенный ко входу порогового устройства, служит для защиты транзистора *V1* от пробоя.

Сигнализатор питается от четырех аккумуляторов *G1* Д-01 общим напряжением 4,8 В. Для подзарядки аккумуляторов предусмотрен разъем *X1*. Подзарядное устройство можно использовать любое с выходным током 15 мА. Время зарядки не менее 8 ч.

В режиме молчания сигнализатор потребляет ток 0,5 мА, а в режиме индикации не более 10 мА, что

обеспечивает длительность непрерывной работы не менее 50 ч. Масса прибора 90 г.

Сигнализатор размещен внутри каски, как показано на рис. 2, наиболее пригодна каска «Труд», имеющая большой свободный объем.

Антенна, выполненная из полоски медной фольги размером 12 × 120 мм, укреплена на внутренней поверхности каски.

Сигнализатор смонтирован на двух печатных платах, установленных на основании так, как показано на

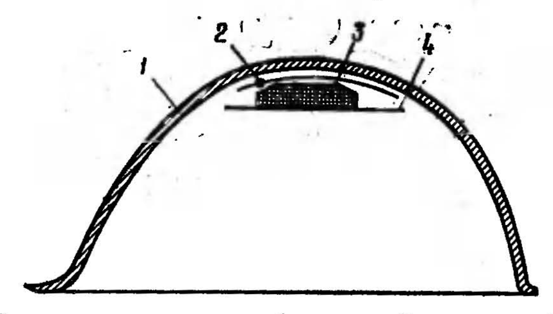


Рис. 2. Каска с сигнализатором: *1* — каска; *2* — антенна; *3* — сигнализатор; *4* — основание

рис. 3, *а*. С целью уменьшения высоты монтажа в платах имеются отверстия для размещения транзисторов диаметром 4,5 и для аккумуляторов Д-0,1 — диаметром 17,5 мм. Чертежи печатных плат приведены на рис. 3, *б*.

Антенна и платы сигнализатора должны быть защищены влагостойким покрытием. Переключатель *S1* — МП-5, *S2* — ПДМ-1, гнездо *X1* — ГК2, телефон *B1* — ТМ-2В.

Полевой транзистор *V1* КП103 может быть с любым индексом, но при этом требуется подобрать резистор *R5*, сопротивление которого изменяется от 330 Ом (КП103Е) до 1,2 кОм (КП103М). Транзистор *V2* — обязательно кремниевый. Пороговое устройство может быть собрано также на полевом транзисторе с *n*-каналом и на биполярном транзисторе *n* — *p* — *n* типа (*V2*). При этом изменяется полярность его питания.

Налаживание сигнализатора сводится к установке максимальной громкости звукового генератора и

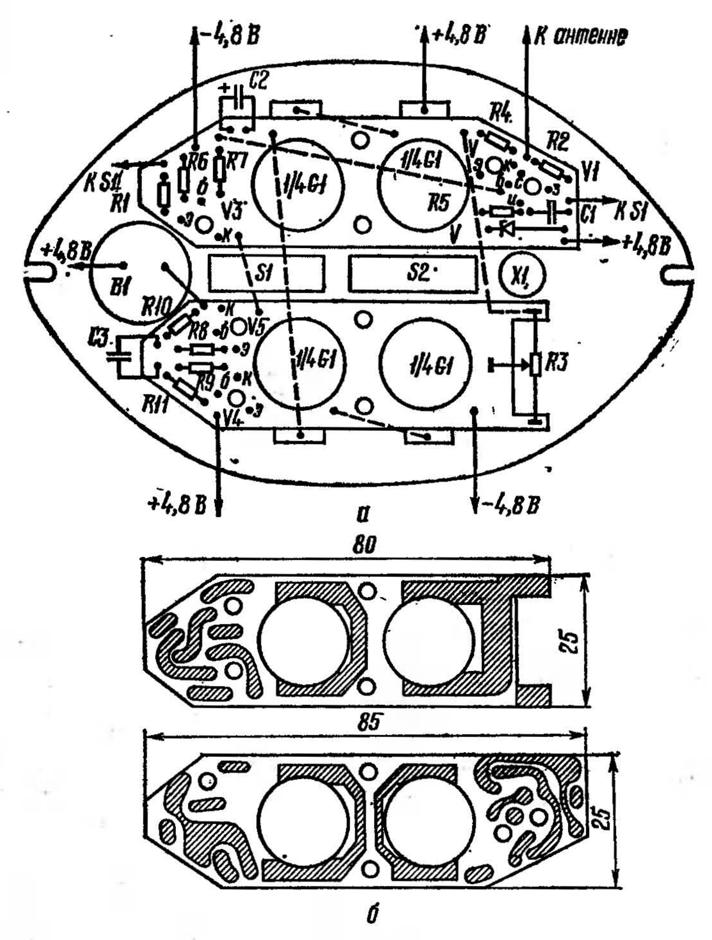


Рис. 3. Печатная плата сигнализатора:
а — расположение элементов; *б* — печатный монтаж

необходимого порога срабатывания. Громкость звучания микротелефона максимальна при скважности прямоугольных импульсов генератора, равной 2, которой добиваются подбором резисторов *R10* и *R11*.

Требуемый порог срабатывания сигнализатора устанавливают подстроечным резистором *R3*. Для этого в корпусе сигнализатора напротив подстроечного резисто-

ра имеется отверстие диаметром 5 мм. Допустимое расстояние приближения к токоведущим частям зависит от номинального напряжения электроустановки. Так, для электроустановок с напряжением 1—15 кВ это расстояние равно 0,7 м, для электроустановок 6—100 кВ 1,0 м. Если диапазон регулировки с помощью резистора *R3*

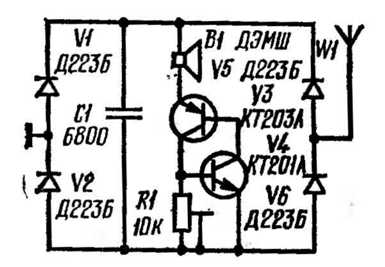


Рис. 4. **Принципиальная схема сигнализации без источников питания**

недостаточен, необходимо изменить сопротивление резистора *R2*.

Данный сигнализатор имеет высокую чувствительность и его целесообразно применять для индикации напряжения от 0,4 до 10 кВ.

Расчеты показывают, что энергия электромагнитного поля, наводимого вблизи линий электропередач промышленной частоты напряжением 110 кВ и выше, а также у контактной сети 27,5 кВ переменного тока электрических железных дорог, достаточна, чтобы обеспечить питание сигнализатора.

Бесконтактный сигнализатор напряжения, использующий для работы энергию электромагнитного поля, имеет неоспоримые преимущества перед описанным выше. Это — более высокая надежность вследствие простоты схемы, исключения переключателей, отсутствия собственного источника питания, а также легкость обслуживания и отсутствие эксплуатационных расходов.

На рис. 4 приведена принципиальная схема такого сигнализатора. Он содержит приемную антенну *W1*, выпрямительный мост на диодах *V1, V2, V5, V6* и релаксационный генератор на транзисторах *V3* и *V4*, нагрузкой которого является малогабаритный телефон *B1*.

При приближении к объекту, находящемуся под высоким напряжением, через емкость, образуемую антенной и источником поля, протекает переменный ток. Этот

антенный ток выпрямляется диодным мостиком и заряжает конденсатор *C1*. Когда напряжение на конденсаторе превысит напряжение переключения транзисторного аналога динистора (*V3*, *V4*), последний открывается, и через обмотку телефона *B1* протекает ток разрядки конденсатора, в результате чего появляется короткий звуковой импульс. После разрядки конденсатора транзисторы закрываются, и ток от антенны вновь начинает заряжать конденсатор *C1*.

Частота следования звуковых импульсов определяется емкостью конденсатора *C1*, напряжением переключения аналога динистора, площадью антенны и напряженностью электрического поля вблизи нее. Напряжение переключения *V3*, *V4* задается с помощью резистора *R1*, который является регулятором порога срабатывания сигнализатора.

Прибор укреплен на внутренней поверхности каски аналогично сигнализатору, описанному выше (см. рис. 2). Для увеличения тока антенны ее площадь доведена до 400 см^2. Антенной является токопроводящее покрытие, нанесенное иа внутреннюю поверхность каски. Для покрытия используется смесь, состоящая из одной части тонкоизмельченного технического углерода и двух частей битумного лака № 577. Технический углерод можно заменить сажей или графитом.

Размеры платы 120 × 30 × 10 мм, масса 25 г. Антенна и плата защищаются влагостойким покрытием.

В отличие от предыдущего общий провод этого сигнализатора должен быть обязательно соединен с телом человека, что достигается установкой на оголовии каски специального электрода, соприкасающегося с кожей лба. Такой же электрод укрепляется на ремешке каски для дополнительного контакта.

При замене деталей необходимо руководствоваться следующим: транзисторы должны быть высоковольтными и иметь обратный ток менее 1 мкА; вместо транзистора КТ201А можно установить КТ379Г, КТ205Б, КТ373Г, КТ315В, КТ315Д и вместо транзистора КТ203А — КТ203Г, КТ120А, КТ207А, КТ202В. Транзисторы КТ201А и КТ203А, схема включения которых образует аналог динистора, необходимо подбирать в паре так, чтобы напряжение пробоя (переключения) динистора составляло 50—80 В. Диоды *V1*, *V2*, *V5*, *V6* должны

иметь минимальный обратный ток менее 1 мкА. Вместо указанных на схеме можно использовать Д220Б, КД102А, КД103А.

Правильно собранный сигнализатор настройки не требует. Проверка работоспособности осуществляется в лабораторных условиях с помощью регулируемого источника переменного напряжения, от которого через конденсатор емкостью 100—150 пФ на антенну подают напряжение до 250 В. Должен слышаться звук с частотой 10—30 Гц. Если с помощью резистора *R1* не удается плавно регулировать порог срабатывания при подаче переменного напряжения от 50 до 200 В, то один из транзисторов имеет большие токи утечки и его надо заменить.

Сигнализатор испытывался на контактной сети 27,5 кВ переменного тока. При настройке порога срабатывания на расстояние 1,5—2 м от токоведущих частей ток через антенну составлял 10—15 мкА. Частота звуковых импульсов равнялась 20—40 Гц, причем при приближении к токоведущим частям частота импульсов возрастала. При настройке порога срабатывания на максимальную чувствительность сигнализатор срабатывал на расстоянии 8—10 м от контактной подвески.

При достаточном опыте работы с сигнализатором по частоте звуковых импульсов электромонтер может определить расстояние до токоведущих частей, находящихся под высоким напряжением.

АВТОЛЮБИТЕЛЯМ

АВТОМОБИЛЬНЫЕ СТРОБОСКОПИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ СТБ-1 И «АВТО-ИСКРА»

А. Синельников

Нашей промышленностью выпускаются стробоскопические приборы: автомобильный стробоскоп СТБ-1 (рис. 1) и прибор «Авто-искра» (рис. 2), предназначенные для проверки и регулировки начальной установки угла опережения зажигания на автомобилях.

Известно, насколько важна для работы двигателя правильная установка начального угла опережения зажигания, а также исправность центробежного и вакуумного регуляторов угла опережения зажигания.

Неправильная установка начального угла опережения зажигания всего на 2—3°, а также неисправности регуляторов опережения приводят к потере мощности двигателя, его перегреву, повышенному расходу горючего и, в конечном счете, к сокращению срока службы двигателя.

Однако проверка и регулировка угла опережения зажигания является весьма тонкой, трудоемкой операцией, которая не всегда доступна даже опытному автолюбителю. Стробоскопические приборы позволяют упростить эту операцию. С их помощью даже малоопытный автолюбитель может в течение 5—10 мин проверить и отрегулировать начальную установку угла опережения зажигания, а также проверить работоспособность центробежного и вакуумного регуляторов опережения.

Основным элементом стробоскопического прибора является импульсная безынерционная лампа, вспышки которой происходят в момент появления искры в свече первого цилиндра двигателя. Вследствие этого установочные метки, нанесенные на маховике или шкиве коленчатого вала, а также другие детали двигателя, вращающиеся или перемещающиеся синхронно с коленчатым валом, при освещении их стробоскопом кажутся неподвижными. Это позволяет наблюдать сдвиг между моментом зажигания и моментом прохождения поршнем верхней мертвой точки на всех режимах работы двига-

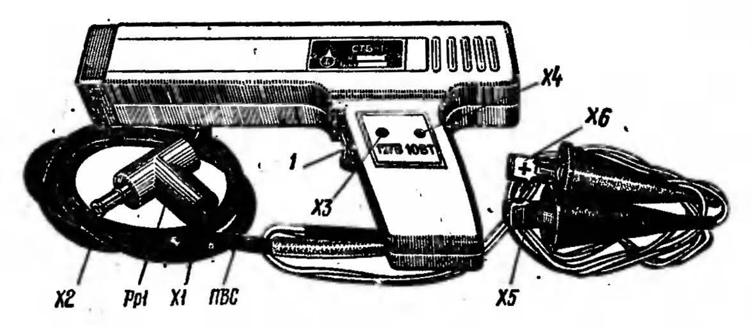


Рис. 1. Внешний вид прибора СТБ-1

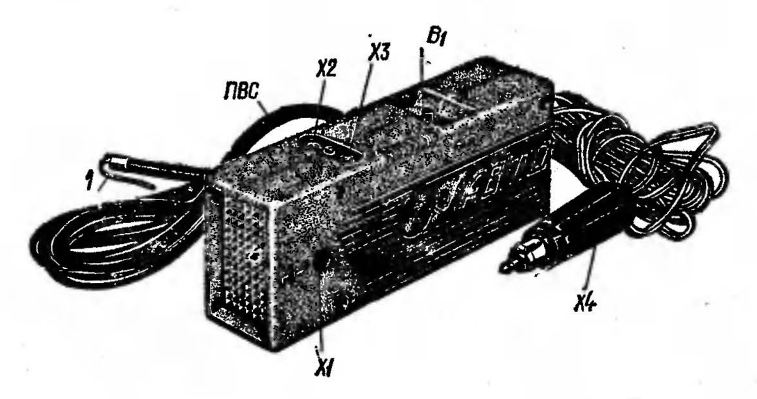


Рис. 2. Внешний вид прибора «Авто-искра»

теля, т. е контролировать правильность установки начального угла зажигания, проверять работоспособность центробежного и вакуумного регуляторов опережения, а также проверять работу клапанов, распределительного вала и других деталей двигателя.

Основные технические данные стробоскопических приборов СТБ-1 и «Авто-искра» приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, автомобильный стробоскоп СТБ-1 по своим техническим данным значительно превосходит прибор «Авто-искра».

Во-первых, по выполняемым функциям. Он позволяет не только проверять начальную установку угла опережения зажигания, но и контролировать работу центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания. Это качество стробоскопа СТБ-1 обусловлено его хоро-

Таблица 1

Наименование параметра	Автомобильный стробоскоп СТБ-1	Прибор «Авто-искра»
Выполняемые функции	1. Проверка и регулировка начальной установки угла опережения зажигания 2. Проверка работоспособности центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания 3. Питание электробритвы постоянным напряжением 127 В	1. Проверка и регулировка начальной установки угла опережения зажигания 2. Питание электробритвы напряжением 127 В постоянного тока
Применяемость (назначение)	Для всех типов легковых автомобилей	Только для автомобилей ВАЗ
Напряжение питания, В	От 11 до 14	От 11 до 13
Максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин	3000	800
Допустимая мощность, потребляемая электробритвой, Вт	Не более 11	Не более 7,0
Напряжение питания электробритвы, В	От 115 до 140	От 112 до 138
Потребляемый ток, А	Не более 1,5	Не более 1,0
Ресурс работы, ч	50	Не оговорен
Температура окружающего воздуха, °С	25±10	Не оговорена
Относительная влажность окружающего воздуха, %	85 при температуре +35°	Не оговорена
Масса, кг	0,7	0,8

шими частотными свойствами, позволяющими работать без уменьшения яркости вспышек с частотой до 3000 об/мин коленчатого вала двигателя. В приборе же «Авто-искра» яркость вспышек начинает уменьшаться уже при 700—800 об/мин.

Во-вторых, применяемость стробоскопа СТБ-1 значительно шире, чем «Авто-искры», что связано с конструкцией прибора. Как видно из рис. 1 и 2, стробоскоп СТБ-1 подключается непосредственно к клеммам аккумулятора с помощью пружинных зажимов *Кл1* и *Кл2* типа «крокодил», а прибор «Авто-искра» имеет коаксиальный штекер *Х4*, аналогичный штекеру переносной лампы автомобилей ВАЗ, в связи с чем он может быть подключен только к этим автомобилям. Габариты ручки прибора «Авто-искра» велики, и его неудобно держать в руке. Кроме того, прибор излучает рассеянный свет, и для того чтобы хорошо видеть метки, его приходится близко подносить к вращающемуся шкиву двигателя. А это не только неудобно, но и небезопасно.

Стробоскоп СТБ-1 свободен от указанного недостатка. Выполненный в виде пистолета с линзой, дающей хорошую фокусировку луча, он удобен и безопасен в эксплуатации. Более мощный преобразователь напряжения в стробоскопе СТБ-1 обеспечивает возможность пользоваться практически любой коллекторной электробритвой.

Ресурс работы стробоскопа СТБ-1 значительно больше, чем у прибора «Авто-искра», что связано с ресурсом работы примененной в нем стробоскопической лампы (СШ5).

Стробоскоп СТБ-1 подключается к свече первого цилиндра двигателя с помощью специального переходника-разрядника *Рр1*, обеспечивающего практически неограниченное количество подключений. Прибор же «Авто-искра» подключается с помощью тонкого металлического проводника *1* (см. рис. 2), который обычно отламывается после 10—15 подключений.

Принципиальная схема автомобильного стробоскопа СТБ-1 приведена на рис. 3. Прибор состоит из преобразователя напряжения на транзисторах *V1* — *V2*, кремниевого выпрямительного блока *V4*; ограничивающих резисторов *R5* и *R6*; накопительных конденсаторов *С2*, *С3*, стробоскопической лампы *Н1*; цепи поджига стробоскопической лампы, состоящей из конденсаторов *С4*, *С5* и разрядника *Рр1*; защитного диода *V3* и тумблера *S1* для переключения рода работы «Бритва» или «Стробоскоп».

В режиме «Бритва» стробоскоп работает следующим образом.

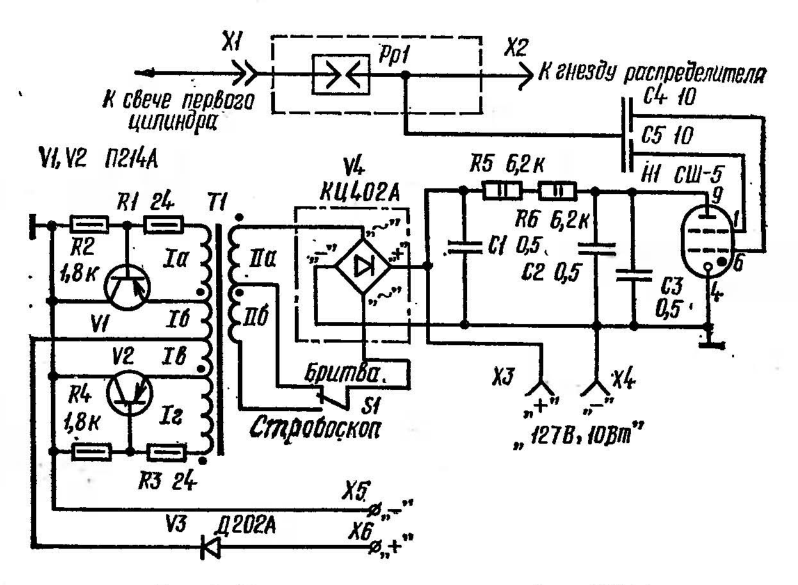


Рис. 3. Принципиальная схема прибора СТБ-1

После подключения зажимов *X5*, *X6* к клеммам аккумуляторной батареи начинает работать преобразователь напряжения, представляющий собой симметричный мультивибратор. Транзисторы преобразователя поочередно отпираются и запираются, подключая то одну, то другую

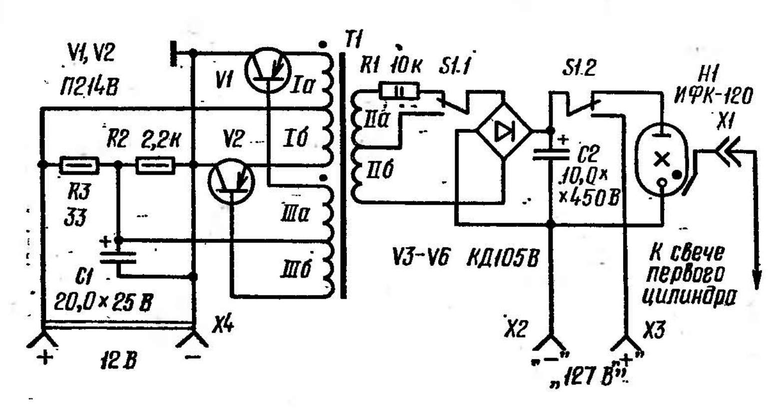


Рис. 4. Принципиальная схема прибора «Авто-искра»

половины обмотки *I* трансформатора *T1* к аккумуляторной батарее. В результате во вторичных обмотках появляется переменное напряжение прямоугольной формы с частотой около 800 Гц. Напряжение с обмотки *IIа* через контакты переключателя *S1* поступает к выпрямительному блоку *V4*, выпрямляется и поступает на гнезда *X3*, *X4* электробритвы.

При положении переключателя *S1* «Стробоскоп» к выпрямительному блоку *V4* поступает суммарное переменное напряжение с обмоток *IIа* и *IIб*, которое выпрямляется и через резисторы *R5*, *R6* заряжает накопительные конденсаторы *C2*, *C3* до напряжения примерно 450 В.

В момент искрообразования в первом цилнндре высоковольтный импульс от гнезда распределителя зажигания через разъем *X2* разрядника *Pp1* и конденсаторы *C4*, *C5* поступает на поджигающие электроды стробоскопической лампы *H1*. Лампа зажигается, и накопительные конденсаторы *C2*, *C3* разряжаются через лампу. При этом энергия, накопленная в конденсаторах *C2* и *C3*, преобразуется в световую энергию вспышки лампы. После разряда конденсаторов лампа *H1* гаснет, и конденсаторы *C2* и *C3* снова заряжаются через резисторы *R5*, *R6* до напряжения 450 В. Тем самым заканчивается подготовка к следующей вспышке.

Конденсатор *C1* устраняет выбросы напряжения на коллекторах транзисторов *V1*, *V2* в моменты их переключения.

Диод *V3* защищает транзисторы *V1*, *V2* от выхода из строя при неправильной полярности подключения стробоскопа.

Разрядник *Pp1*, включенный между распределителем и свечой зажигания, обеспечивает необходимую для поджига лампы амплитуду высоковольтного импульса вне зависимости от расстояния между электродами свечи, давления в камере сгорания и других факторов. Благодаря разряднику стробоскоп нормально работает даже при замкнутых накоротко электродах свечи.

Принципиальная схема прибора «Авто-искра» приведена на рис. 4. Он состоит в основном из тех же узлов, что и стробоскоп СТБ-1. Его отличия — преобразователь напряжения выполнен несколько иначе: начальное смещение на базы транзисторов подается с одного делителя

напряжения *R2R3*, подключенного к средней точке базовой обмотки *III*. Для облегчения запуска преобразователя резистор *R2* зашунтирован электролитическим конденсатором *C1*.

Трансформатор преобразователя имеет также другие намоточные данные. Ограничивающий резистор *R1* включен до выпрямительного моста.

Накопительный конденсатор *C2* — электролитический емкостью 10,0 мкФ, стробоскопическая лампа — ИФК-120.

Применение этой лампы вызвало изменение параметров накопительного конденсатора — напряжение зарядки уменьшено до 250—300 В, а емкость увеличена до 10 мкФ, однако яркость вспышек получилась значительно ниже, чем у стробоскопа СТБ-1.

По-другому выполнена коммутация рода работы.

Постоянная времени зарядки накопительного конденсатора *C2* почти в 10 раз больше, чем у СТБ-1, поэтому прибором «Авто-искра» можно пользоваться лишь при малых частотах вращения вала двигателя (до 800 об/мин). При бóльших частотах конденсатор *C2* не успевает заряжаться в паузах между двумя вспышками, и яркость каждой вспышки уменьшается.

Стробоскоп СТБ-1 (см. рис. 1) выполнен в пластмассовом корпусе в виде пистолета с курком. Курок *1* управляет переключателем *S1* (см. рис. 3). При нажатии на курок переключатель устанавливается в положение «Стробоскоп». Одновременно тело курка перекрывает гнезда *X3*, *X4* подключения электробритвы, где в это время напряжение достигает 400—450 В.

Пружинные зажимы «крокодил» (*X5*, *X6*) имеют гравировку полярности и заключены в разноцветные резиновые чехлы. Корпус переходника-разрядника *Pp1* пластмассовый, расстояние между электродами 3 мм, вилка *X2* и гнездо *X1* выполнены из нержавеющей стали.

Конденсаторы *C1*, *C2*, *C3* — МБМ на напряжение 500 В. Конденсаторы *C4*, *C5* выполнены в виде тонких латунных трубок, надетых на изоляцию высоковольтного провода ПВС, соединяющего стробоскоп с разрядником.

Трансформатор *T1* намотан на тороидальном сердечнике ОЛ 20 × 32 × 8. Обмотки *Iб* и *Iв* имеют по 40 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,51; обмотки *Iа* и *Iг* — по 8 витков, а обмотка *IIб* — 440 витков провода ПЭВ-2

диаметром 0,19. Обмотка *IIа* — 1160 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,1 мм.

Прибор «Авто-искра» выполнен в прямоугольном корпусе из ударопрочного полистирола (см. рис. 2). На корпусе расположено гнездо *X1* для подключения высоковольтного провода ПВС, соединяющего прибор со свечой первого цилиндра двигателя, гнезда *X2*, *X3* для подключения электробритвы и переключатель рода работы *В1*. Провод питания заканчивается коаксиальным штекером *X4*. Для подключения к свече первого цилиндра служит специальный металлический усик *1*, закрепленный на конце провода ПВС. Переключатель *S1* — ТП1-2. Все обмотки трансформатора *T1* намотаны проводом ПЭВ-2 диаметром 0,2 мм. Обмотка *I* имеет 35 + 35 витков, *III* — 50 + 50 витков, *II* — 870 витков с отводом от 460 витка. Сердечник ОЛ 20 × 32 × 8.

Подключение приборов следует производить при остановленном двигателе. При неправильной поляриости подключения зажимов стробоскоп СТБ-1 работать не будет.

Прибор «Авто-искра» можно использовать и на других автомобилях, если сделать специальный переходник к коаксиальному штекеру *X4* питания, или совсем убрать штекер и вместо него к проводам припаять пружинные зажимы «крокодил». Одиако при этом следует иметь в виду, что в случае неправильной полярности подключения «Авто-искра» сразу же выйдет из строя. Цепей защиты в приборе нет.

При правильном подключении питания должен быть слышен характерный писк чистого тона (около 500 Гц), являющийся результатом работы преобразователя.

При работе со стробоскопом СТБ-1 слабые вспышки лампы могут наблюдаться и без нажатия на курок, что не является неисправностью прибора. При нажатии на курок яркость вспышек возрастает в несколько раз.

Вибрационные бритвы («Эра», «Нева» и т. д.) подключать к прибору нельзя, так как это может вывести его из строя.

Время непрерывной работы прибора во избежание выхода из строя не должно превышать 10—15 мин.

Следует остерегаться прикосновений к движущимся деталям двигателя, которые в свете стробоскопа кажутся неподвижными.

ОХРАННОЕ УСТРОЙСТВО

В. Нефедов, В. Шлапаков, Н. Жиляев, В. Постол

Одним из условий эффективности применения электронных охранных устройств на автомобилях является обеспечение скрытности расположения выключателя сторожевого устройства. Известны различные как по логике работы, так и по сложности схем охранные устройства с одним общим недостатком — включение их производится уже после остановки автомобиля, когда скрытность вряд ли возможна.

Достоинством предлагаемого устройства является возможность его включения как после остановки автомобиля, так и во время движения, причем время между моментами включения и установки дежурного режима не регламентируется.

Охранное устройство обеспечивает выдачу прерывистого звукового сигнала тревоги (с использованием имеющихся на автомобиле или устанавливаемых дополнительно сигнальных устройств) немедленно — при открывании капота двигателя или крышки багажника и с задержкой — при открывании любой из дверей автомобиля. Однако возможен вариант подсоединения охранного устройства, когда задержка срабатывания сигнала тревоги будет только после открывания двери водителя. Время задержки при значениях элементов времязадающей RC цепи, указанных на схеме, составляет около 20 с, что вполне достаточно для входа водителя и выключения охранного устройства. Длительность подачи звукового сигнала составляет около 1,5 мин. По истечении указанного времени подача сигнала прекращается, а после ликвидации причины, вызвавшей срабатывание охранного устройства (после закрытия всех дверей автомобиля, капота двигателя и крышки багажника), устройство автоматически возвращается в дежурный режим. При последующем, повторном, открывании дверей (капота двигателя или крышки багажника) автомобиля цикл работы охранного устройства повторяется.

Кроме подачи сигнала тревоги при проникновении в автомобиль посторонних лиц, устройство препятствует угону автомобиля, обеспечивая разрыв электрической цепи в системе зажигания двигателя на все время вклю-

чения устройства, начиная с момента открывания любой из дверей для выхода пассажиров и водителя.

Разработанное устройство достаточно экономично, так как в дежурном режиме не потребляет электроэнергии. Это позволяет питать его длительное время как от автомобильной аккумуляторной батареи, так и от автономного маломощного источника.

Установка охранного устройства на автомобиле несложна в связи с малым числом вновь устанавливаемых элементов и соединительных проводов. Так, при оборудовании сторожевым устройством автомобилей «Жигули» различных модификаций достаточно установить два кнопочных выключателя, таких же или аналогичных тем, что установлены на стойках дверей для включения освещения в салоне; один двухполюсный переключатель (тумблер); один сигнальный фонарь и корпус, в котором находится печатная плата с остальными элементами.

Устройство может быть использовано и для автомобилей других марок, однако в этом случае число вновь устанавливаемых кнопочных выключателей может быть иным.

На принципиальной схеме (рис. 1) показаны только вновь устанавливаемые элементы. Адреса, обозначенные буквами «*А*», «*Б*», «*В*», «*Г*» и «*Д*», указывают на точки подключения устройства к элементам электрооборудования автомобиля. Провод «*А*» подсоединяют к клемме замка зажигания, к которой постоянно подводится напряжение +12 В от аккумуляторной батареи. Провода «*Б*» и «*В*» включают в разрыв провода, идущего от замка к катушке зажигания. Провод «*Г*» подключают к клемме звукового сигнала или реле сигналов, которая соединена с кнопкой включения сигнала. Провод «*Д*» соединяют с проводом, идущим от одного (любого) из кнопочных выключателей освещения в салоне, установленных на стойках дверей. Сигнальную лампу *H1* устанавливают так, чтобы ее свечение было хорошо видно с места водителя и через окно снаружи автомобиля. Выключатель охранного устройства *S1* должен быть расположен так, чтобы обеспечить удобство и скрытность пользования им с места водителя. Кнопки *S2* и *S3* устанавливают под крышкой багажника и под капотом двигателя с таким расчетом, чтобы в закрытом состоянии капот двигателя и крышка багажника, нажимая на кноп-

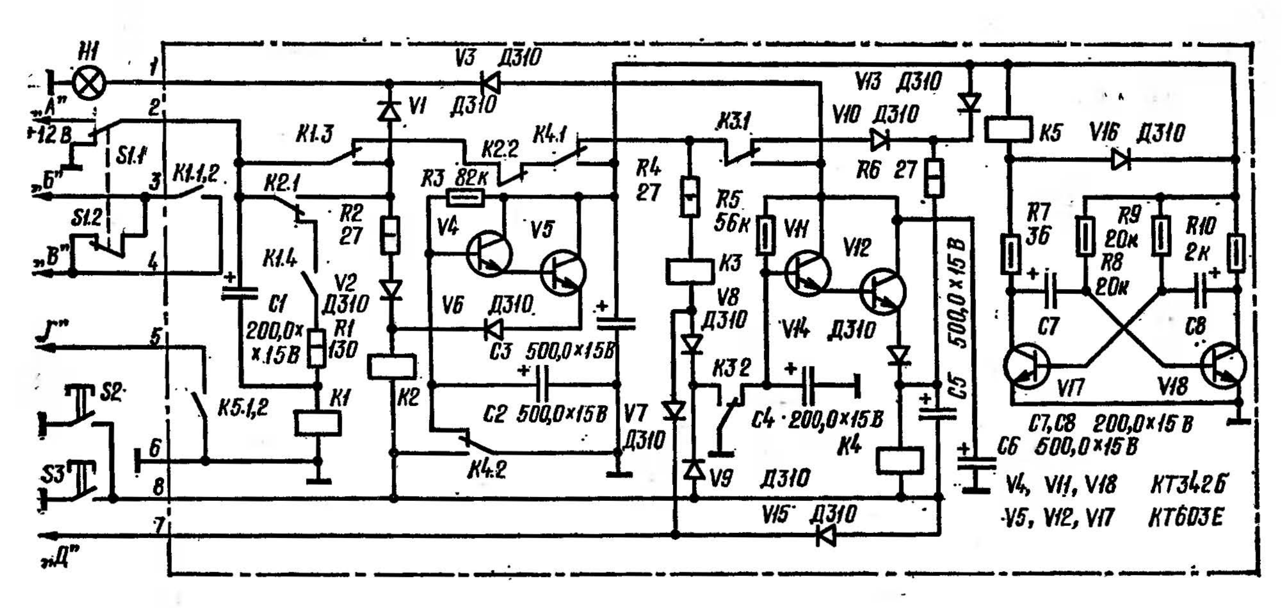


Рис. 1. Прициципиальная схема охранного устройства

ки, держали их разомкнутыми, а в открытом — обеспечивали замыкание цепи на корпус автомобиля. Расположение кнопок под капотом двигателя и крышкой багажника должно исключать возможность воздействия на них при закрытом состоянии капота и крышки. Место соединения устройства с корпусом автомобиля значения не имеет.

Охранное устройство содержит узел включения иа реле *K1* и *K2*, реле времени включения на транзисторах *V4* и *V5*, устройство включения задержки на реле *K3*; реле времени задержки включения на транзисторах *V11* и *V12*; исполнительное реле *K4* и мультивибратор на транзисторах *V17* и *V18* с реле управления звуковым сигналом *K5*.

В исходном состоянии, показанном на схеме, переключатель *S1* находится в положении *«Выключено»*. При этом цепь питания разомкнута, а вход питания охранного устройства замкнут на корпус контактами *S1.1*. Замыкание на корпус входа питания необходимо для быстрой разрядки конденсатора *C1*, что обеспечивает немедленный возврат устройства в исходное состояние при повторных включениях. Выводы «*Б*» и «*В*» замкнуты между собой контактами *S1.2*, посредством которых размыкается цепь низкого напряжения системы зажигания двигателя. Сигнальная лампа *H1* не светится. Провод «*Г*» контактами *K5.1,2* отключен от корпуса автомобиля.

При включении охранного устройства переключателем *S1* через контакты *S1.1* происходит зарядка конденсатора *C1*. Ток зарядки, протекающий через обмотку реле *K1*, вызывает его срабатывание. Замыкание контактов *K1.4* создает цепь блокировки реле *K1*. Контакты *K1.3* включают сигнальную лампу *H1*, подключают напряжение +12 В к обмотке реле *K2* и разрывают цепи питания других узлов устройства. Замыкание контактов *K1.1,2* (параллельно включенные группы контактов *1* и *2* реле *K1*) обеспечивает работу системы зажигания двигателя при разомкнутых контактах *S1.2*.

При открывании хотя бы одной из дверей автомобиля для выхода пассажиров и водителя происходит замыкание на корпус вывода «*Д*», что приводит к срабатыванию реле *K2*. Контактами *K2.1* разрывается цепь питания обмотки реле *K1* и замыкаются цепи питания

обмотки реле *К2* и сигнальной лампы *Н1*. Переключение контактов *К2.2* приводит к выключению питания других узлов устройства. Отпускание реле *К1* происходит с некоторой задержкой, связанной с протеканием через его обмотку тока разрядки конденсатора *С1*. Задержка отпускания реле *К1* обеспечивает надежное срабатывание реле *К2* и предотвращает кратковременное включение питания других узлов. Это происходит вследствие того, что контакты реле *К2* принимают новое положение раньше, чем контакты реле *К1* вернутся в исходное состояние. Возврат в исходное состояние контактов *К1.1,2* приводит к разрыву цепи низкого напряжения в системе зажигания двигателя и, если он не был остановлен раньше, приводит к его остановке. Возврат в исходное состояние контактов *К1.3* и *К1.4* изменений в состоянии других элементов схемы не вызывает. Сигнальная лампа продолжает светиться. В случае включения охранного устройства при открытых дверях автомобиля узел включения (реле *К1* и *К2*) работает так же, с той лишь разницей, что реле *К2* срабатывает сразу после срабатывания реле *К1*.

После выхода пассажиров и водителя из автомобиля и закрытия всех дверей, капота двигателя и крышки багажника происходит отключение от корпуса автомобиля провода «*Д*». Цепь питания обмотки реле *К2* разрывается, и оно отпускает. Переключение контактов *К2.1* приводит к отключению напряжения +12 В от обмотки реле *К2* и от сигнальной лампы. Сигнальная лампа гаснет, свидетельствуя о том, что охранное устройство переведено в дежурный режим. В дежурном режиме все элементы устройства находятся в обесточенном состоянии.

При входе в автомобиль водитель открывает любую из дверей. Замыкаиие кнопочного выключателя освещения в салоне приводит к тому, что провод «*Д*» оказывается замкнутым на корпус автомобиля, а через обмотку реле *К3* протекает ток, вызывая его срабатывание. Переключение контактов *К3.1* обеспечивает подачу напряжения питания к реле времени, собраниому на транзисторах *V11* и *V12*, а также к сигнальной лампе *Н1*. Свечение сигнальной лампы напоминает водителю о необходимости выключения охранного устройства. Переключение контактов *К3.2* приводит к прекращению шунтирования конденсатора времязадающей цепи задержки

включения *C4* и блокировке реле *K3*. По мере зарядки конденсатора *C4* через резистор *R5* происходит повышение напряжения на эмиттере транзистора *V12*, что приводит к увеличению силы тока, протекающего через обмотку реле *K4*. В случае, если водитель своевременно не переведет переключатель *S1* в положение «*Выключено*», ток в обмотке реле *K4* достигает силы, достаточной для его срабатывания. То же произойдет и в случае проникновения в автомобиль постороннего лица. При срабатывании реле *K4* переключение контактов *K4.1* отключает напряжение питания от обмотки реле *K3* и элементов реле времени на транзисторах *V11* и *V12* и подключает его к мультивибратору на транзисторах *V17* и *V18*, а также к реле времени на транзисторах *V4* и *V5*. Переключение контактов *K4.2* приводит к прекращению шунтирования конденсатора *C2* и соединению с корпусом нижнего по схеме конца обмотки реле *K2*. Периодическое возбуждение обмотки реле *K5*, включенной в одно из плеч мультивибратора, вызовет периодическое замыкание и размыкание контактов *K5.1,2* и, следовательно, периодическое включение и выключение звукового сигнала. Одновременно через резистор *R3* происходит зарядка конденсатора *C2*. Ток в цепи эмиттера транзистора *V5* и в обмотке реле *K2* постепенно возрастает и через некоторое время достигает величины, достаточной для срабатывания реле. Переключение контактов *K2.1* обеспечит питание обмотки реле *K2*, минуя элементы реле времени (транзисторы *V4* и *V5*), а переключение контактов *K2.2* разорвет цепь питания остальных узлов устройства. Подача звукового сигнала прекращается. Реле *K4* отпускает. Контакты *K4.1* и *K4.2* возвращаются в исходное состояние, при котором конец обмотки реле *K2* отключается от корпуса. Если двери автомобиля (капот двигателя и крышка багажника) оказались открыты, то вследствие замкнутого состояния одного или нескольких кнопочных выключателей провод «*Д*», а следовательно, и конец обмотки реле *K2* оказываются соединенными с корпусом. Реле *K2* остается в возбужденном состоянии. Сигнальная лампа при этом светится, свидетельствуя о том, что причина, вызвавшая срабатывание охранного устройства, не ликвидирована. При закрытом состоянии дверей (капота двигателя и крышки багажника) или при их закрывании из-за размыкания кнопочных выклю-

чателей провод *«Д»* оказывается отключенным от корпуса, и реле *К2* отпускает. Охранное устройство при этом переходит в дежурный режим. Сигнальная лампа не светится.

Если открыть капот двигателя или крышку багажника раньше дверей автомобиля, замыкание контактов кнопочных выключателей *S2* или *S3* приведет к соединению с корпусом конца обмотки реле *К4*, срабатывание которого вследствие переключения контактов *К4.1* приведет к включению питания мультивибратора и реле времени на транзисторах *V4* и *V5*, а также к блокировке этого реле в возбужденном состоянии. Включение сигнала тревоги в этом случае происходит без задержки. Дальнейшая работа устройства происходит в соответствии с описанным выше, т. е. по истечении установленного времени происходит прекращение подачи сигнала с последующим, при ликвидации причины, вызвавшей срабатывание устройства, переходом в дежурный режим.

В охранном устройстве использованы детали, нашедшие широкое распространение. Реле *К1* РЭС-22 (РФ4.500.129), *К2*, *К3* и *К4* РЭС-9 (РС4.524.202), *К5* РЭС-6 (РФ0.452.107). *S1* типа ТВ1-2 или аналогичный, позволяющий коммутировать ток до 5 А. В качестве сигнальной лампы может быть применена любая маломощная лампочка накаливания на напряжение 12 В. Кнопочные выключатели *S2* и *S3* желательно использовать такие же, как установлены на стойках дверей для включения освещения в салоне при открывании дверей автомобиля.

Элементы автоматики располагаются на одной печатной плате, помещаемой в герметически закрываемый металлический корпус. Выводы для соединения с элементами, находящимися вне платы, осуществляются через изолированные от корпуса клеммы.

Правильно собранное и смонтированное на автомобиле охранное устройство н а с т р о й к и не требует. Установка охранного устройства не вносит каких-либо изменений в работу элементов электрооборудования автомобиля.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ИНЕРЦИОННАЯ ТРИГГЕРНАЯ ЗАЩИТА В СТАБИЛИЗАТОРЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Б. Новожилов

Повышение эксплуатационной надежности стабилизаторов с последовательным включением регулирующих транзисторов обеспечивается защитными устройствами. Они особенно необходимы для стабилизаторов, используемых при экспериментальных и наладочных работах, когда велика вероятность коротких замыканий и токовых перегрузок. Кроме того, крайне желательно использовать защиту от перегрузок в стабилизаторах, применяемых для питания усилителей НЧ, поскольку короткие замыкания в цепи нагрузки усилителя приводят к выходу из строя мощных транзисторов как усилителя, так и стабилизатора.

Часто применяемые системы быстродействующей защиты транзисторных стабилизаторов основаны на ограничении тока нагрузки на заданном уровне. Но во многих случаях ограничение тока недостаточно, и для надежной защиты требуется полное выключение источника питания. С этой точки зрения предпочтительнее триггерные системы защиты, несмотря на их относительную сложность. Но использование подобных схем в стабилизаторах, работающих на нагрузку со значительной входной емкостью, как, например, бестрансформаторные УНЧ, затруднительно, поскольку начальный бросок тока при зарядке конденсаторов может привести к срабатыванию защиты, отключая тем самым источник питания.

Защита должна лишь ограничивать ток при импульсной перегрузке, а отключать стабилизатор — только при непрерывной. Схема устройства с такой защитой приведена на рис. 1. За основу взят стабилизатор от телевизора «Электроника ВЛ-100».

При данных, указанных на схеме, стабилизатор обеспечивает при номинальном входном напряжении 34 В ток нагрузки до 0,75 А. При этом напряжение на нагрузке можно изменять с помощью переменного резистора *R15* в пределах от 22 до 28 В. Внутреннее сопротив-

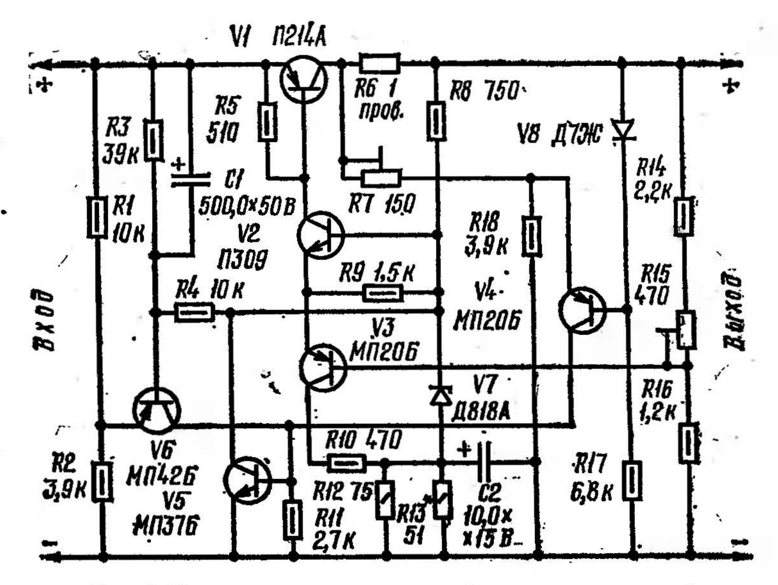


Рис. 1. **Принципиальная схема стабилизатора с защитой**

ление стабилизатора не более 0,05 Ом, коэффициент стабилизации не менее 300.

Работает прибор следующим образом. При увеличении нагрузки напряжение на выходе стабилизатора снижается. Ток транзистора *V3*, на котором собран усилитель отрицательиой обратной связи, увеличивается, что вызывает увеличение падения напряжения на делителе *R10R12R13*. Средняя точка делителя соединена через стабилитрон *V7* с базой транзистора *V2*. Так как напряжение на стабилитроне постоянно, увеличение напряжеиия на резисторах *R12* и *R13* вызовет прирост напряжения на базе транзистора *V2* эмиттерного повторителя, а следовательно, и повышение напряжеиия на эмиттерах траизисторов *V2* и *V3*. Уменьшение же нагрузки вызовет снижение напряжения на эмиттерах транзисторов *V2* и *V3*.

Таким образом, при определенном сопротивлении параллельно включеиных резисторов *R12* и *R13* уменьшение нагрузки приведет лишь к пропорциональному изменению напряжения на эмиттере транзистора *V3*, а напряжение иа базе и, следовательно, на коллекторе

регулирующего транзистора *V1* остается неизменным. Поэтому выходное сопротивление стабилизатора близко к нулю и даже может быть отрицательным, т. е. при увеличении нагрузки выходное напряжение будет возрастать.

Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения сети также зависит от суммарного сопротивления резисторов *R12* и *R13* и при его некотором значении достаточно мала.

Конденсатор *C2*, шунтирующий резисторы *R12* и *R13*, необходим для устраиения самовозбуждения стабилизатора.

Схема защиты собрана на транзисторах *V4* — *V6*. Датчиком перегрузки служит проволочный резистор *R6*. В рабочем состоянии стабилизатора транзистор *V4* закрыт смещением, подаваемым на его эмиттер с регулируемого делителя напряжения *R7R18*. При этом транзисторы триггера *V5* и *V6* также закрыты подачей смещения на эмиттер транзистора *V6* с делителя напряжения *R1R2*.

При возникновении перегрузки по току или короткого замыкания на выходе стабилизатора падение напряжения на резисторе *R6* увеличивается, и транзистор *V4* открывается. При этом открывается и транзистор *V5*, соединяющий базу транзистора *V2* с общим проводом, а регулирующий транзистор *V1* закрывается. Это ведет к уменьшению выходного напряжения стабилизатора и, следовательно, к уменьшению смещения на эмиттере транзистора *V4*. Последний еще более открывается, поскольку его потенциал базы поддерживается постоянным (благодаря диоду *V8*). Из-за такой положительной обратной связи процесс выключения стабилизатора происходит лавинообразно, исключая перегрузку регулирующего транзистора.

В дальнейшем ток через стабилизатор определяется состоянием триггера *V5* — *V6*, которое зависит, в свою очередь, от характера перегрузки. При возникновении перегрузки, вызывающей открывание транзистора *V5*, начинает заряжаться конденсатор *C1* до напряжения, определяемого делителем *R3R4*. Если за время действия перегрузки этот конденсатор не успевает полностью зарядиться, состояние триггера не меняется, и прекращение перегрузки ведет к автоматическому восстановлению

нормальной работы стабилизатора. При длительной перегрузке конденсатор *C1* полностью заряжается, и база транзистора *V6* приобретает отрицательный потенциал по отношению к его эмиттеру. Это ведет к открыванию транзистора *V6* и переходу триггера в другое устойчивое состояние. Нормальная работа стабилизатора восстанавливается в этом случае лишь после кратковременного его отключения от сети.

Время задержки отключения стабилизатора определяется элементами *R3*, *R4*, *C1* и может быть изменено уменьшением или увеличением емкости конденсатора *C1*. При номиналах, указанных на схеме, время задержки было несколько меньше одной секунды.

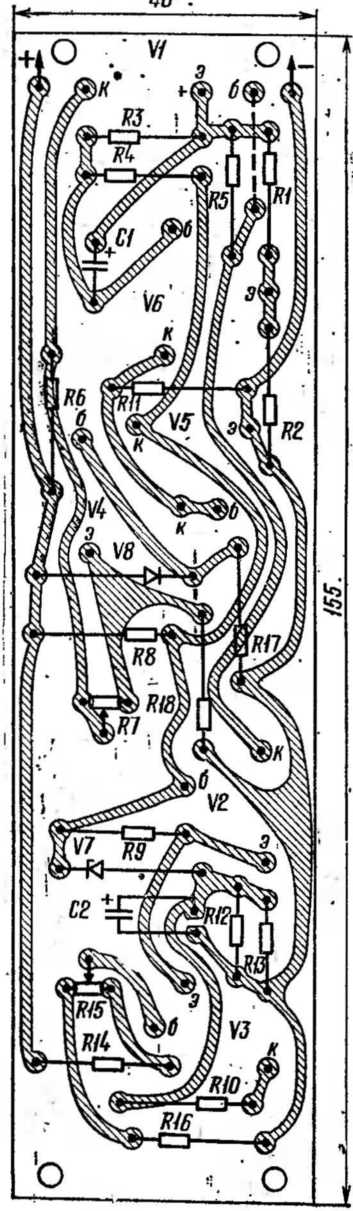
Следует отметить, что примененная система защиты совершенно не влияет на рабочие режимы самого стабилизатора.

В качестве источника опорного напряжения в стабилизаторе используется термокомпенсированный кремниевый стабилитрон *Д818А*, имеющий температурный коэффициент напряжения не более 0,02 %/°C. Это дает возможность существенно уменьшить температурную нестабильность выходного напряжения стабилизатора. Уменьшить влияние температуры на величину напряжения на нагрузке стабилизатора можно также, применив в качестве источника опорного напряжения цепочку из двух стабилитронов *Д814Б*, включенных навстречу друг другу. Однако при этом параметры стабилизатора несколько ухудшатся.

Входное напряжение поступает на стабилизатор от выпрямителя, выполненного по мостовой схеме, с конденсатором фильтра емкостью 2000,0 мкФ. В качестве трансформатора питания используется унифицированный трансформатор ТА 124-127/220-50.

Конструкция стабилизатора может быть произвольной и определяется имеющимися деталями. Он может быть смонтирован с применением как навесного, так и печатного монтажа. Размеры платы при этом определяются размерами используемых деталей и видом монтажа. В описываемой конструкции применен печатный монтаж. Расположение элементов стабилизатора на плате и схема их соединения показаны на рис. 2 и 3.

Транзистор *V1* располагается на радиаторе, рассчитанном на рассеивание мощности 10 Вт.



При правильно выполненном монтаже и исправных деталях стабилизатор начинает работать сразу, и его налаживание сводится к установке требуемых параметров.

В первую очередь переменным резистором *R15* следует установить необходимое напряжение на выходе, контролируя его вольтметром. Далее следует установить оптимальный режим работы стабилизатора. В любительских условиях можно использовать устройство, схема которого изображена на рис. 4. Следует отметить, что этот метод пригоден при испытании любых стабилизаторов.

Левая часть схемы представляет собой стабилизатор с регулируемым выходом, используемый в качестве источника образцового напряжения для компенсации выходного напряжения используемого стабилизатора.

Испытание стабилизатора проводится следующим образом. Движок переменного резистора *R7* защиты стабилизатора (см. рис. 1) ставят в крайнее левое по схеме положение. Подают номинальное входное напряжение и с помощью переключате-

Рис. 2. Печатная плата стабилизатора

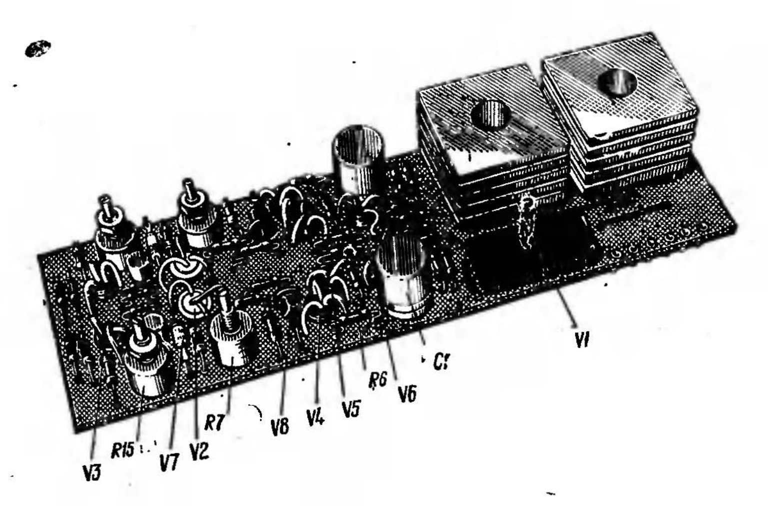


Рис. 3. Внешний вид платы стабилизатора

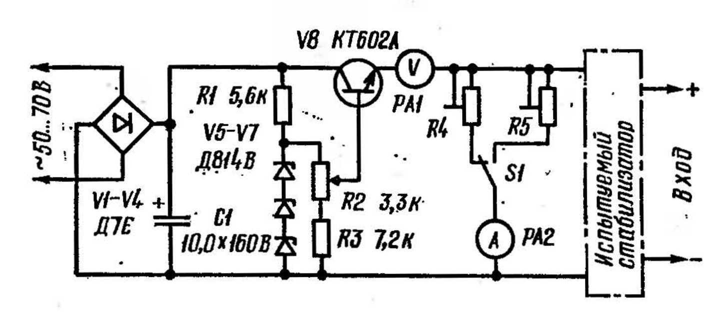


Рис. 4. Схема настройки стабилизатора

ля *S1* (рис. 4) подключают к выходу стабилизатора один из резисторов нагрузки *R4* или *R5*, которые выбирают из условия $R_4 = 2R_5$, например, 40 и 80 Ом. В качестве резисторов *R4* и *R5* следует брать проволочные типа ПЭВ-20Х (РП-25, ПЭВ-Р20). Далее резистором *R2* устанавливают стрелку вольтметра на середину шкалы с наименьшим пределом измерения. Затем переключатель *S1* ставят в другое положение и отмечают изменение напряжения в вольтметре. Подбором резистора *R13* (см. рис. 1) стабилизатора добиваются, чтобы изменение напряжения при подключении *S1* было не более 0,01—0,02 В. Тогда внут-

реннее сопротивление стабилизатора не превысит 0,05 Ом. После этого резистором *R15* вновь устанавливают номинальное выходное напряжение стабилизатора, поскольку в процессе регулировки оно может измениться.

Коэффициент стабилизации проверяют, подавая на вход стабилизатора повышенное на 20% напряжение (40 В). Изменение напряжения, регистрируемое ламповым вольтметром, не должно превышать 0,02 В, что соответствует коэффициенту стабилизации, равному 300.

В последнюю очередь регулируют ток срабатывания защиты. Для этого отключают источник образцового напряжения, одним из резисторов нагрузки устанавливают требуемый ток защиты в пределах 0—0,75 А и вращают движок переменного резистора *R7* до тех пор, пока стабилизатор не отключится.

На этом налаживание стабилизатора заканчивается.

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

ДЕЛИТЕЛИ ЧАСТОТЫ НА МИКРОСХЕМАХ

Е. Зельдин

Делители частоты широко используются в цифровой аппаратуре, в том числе и любительской.

Ниже описывается довольно простой способ составления схем сквозных делителей частоты по заданному коэффициенту деления, который позволяет создавать эти устройства по единой методике и практически с любым нужным коэффициентом деления. Радиолюбитель-конструктор сможет, например, составить схемы делителей частоты к электронным часам или цифровому частотомеру, учитывая частоту кварца, которым он располагает.

По принципу действия делитель частоты представляет собой триггерный счетчик импульсов, емкость которого равна коэффициенту деления $K_д$. После каждого заполнения счетчика все триггеры автоматически устанавливаются в нулевое состояние, и цикл повторяется. В моменты сбросов на выходе последнего триггера появляются импульсы с частотой

$$f_{вых} = \frac{f_{вх}}{K_д}.$$

Счет импульсов ведется в двоичном коде без использования дополнительных связей между триггерами, что и позволяет составлять схемы с любыми коэффициентами деления по единой методике. Описываемый способ применим к микросхемам разных типов логики. Схемы делителей частоты при этом могут различаться в деталях, так как принудительная установка в 0 (по *R*-входу) у некоторых типов триггеров осуществляется импульсами логической единицы, а у других — логического нуля. В дальнейшем описание будет вестись применительно к микросхемам транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).

В качестве примера разберем работу делителя с коэффициентом деления $K_д = 13$. Схема (рис. 1, *а*) содержит четыре триггера *D1* — *D4* и один логический элемент *D5* вида 3И — НЕ. Входы элемента 3И — НЕ

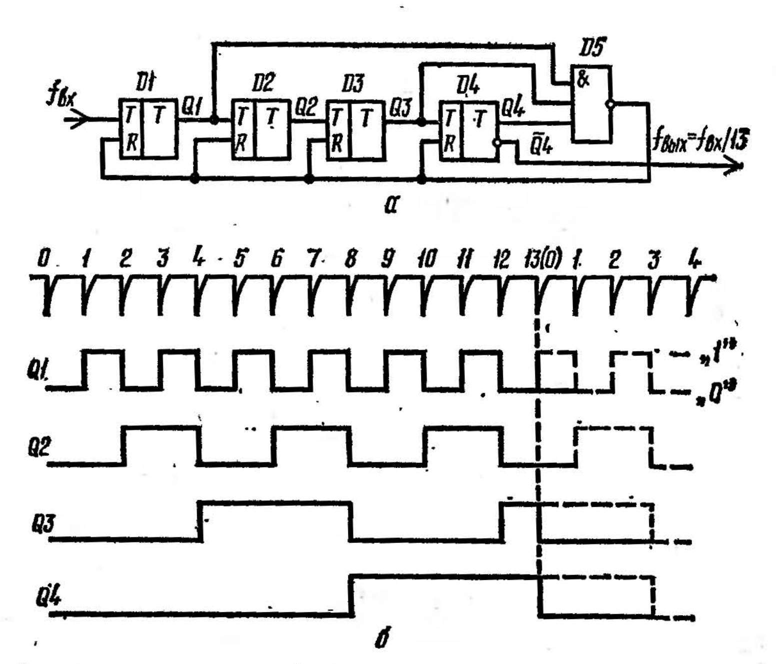


Рис. 1: а — делитель на 13; *б* — эпюры напряжений, поясняющие работу делнтеля

подключены к прямым выходам *Q* первого, третьего и четвертого триггеров, а его выход — к входам установки нуля (*R*) всех триггеров.

Действие такого делителя удобнее рассматривать, начиная с нулевого состояния, то есть с момента, когда состояния всех триггеров соответствуют уровню логического нуля на выходах *Q*. Поскольку элемент И — НЕ инвертирует входной сигнал, логический уровень на выходе элемента *D5*, а значит, и на входах *R* установки нуля триггеров, характеризуется логической единицей, триггеры могут нормально функционировать. Появление логической единицы на выходах *Q* одиого или двух триггеров в процессе счета не сказывается на состоянии элемента *D5*, поскольку для его срабатывания необходимы логические единицы на всех трех входах. Когда это произойдет, напряжение на выходе упадет, перебросит триггеры в нулевое состояние, и цикл начнется снова.

Импульс установки нуля подается также и на триг-

гер *D2*, хотя после 13-ти импульсов он и так находится в состоянии логического нуля. Сделано это для защиты его от ложных срабатываний, так как в момент опрокидывания триггера *D1* под действием импульса установки нуля на его выходе *Q1* возникает перепад напряжений, подобный полезному сигналу.

Подбором количества триггеров и отводов от них на логический элемент можно обеспечить различные коэффициенты делеиия.

То, что делитель, собранный по схеме рис. 1, *а*, обеспечивает требуемый эффект, следует из логики его работы: первый триггер срабатывает от каждого входного импульса, то есть $1 = 2^0$, второй — от каждого второго импульса ($2 = 2^1$), третий — от четвертых импульсов ($4 = 2^2$), а четвертый триггер — от каждого восьмого импульса ($8 = 2^3$). Коэффициенту деления $К_д = 13 = 8 + 4 + 1 = 2^3 + 2^2 + 2^0$ соответствуют, следовательно, состояния логической единицы триггеров *D4*, *D3* и *D1*, как и показано на рис. 1, *а*.

К такому же выводу приводит рассмотрение временных диаграмм (рис. 1, *б*). Только с приходом тринадцатого импульса состояние логической единицы существует на выходах триггеров *D1*, *D3* и *D4*; другому числу входных импульсов отвечают иные комбинации состояний триггеров. Поэтому за один цикл счета элемент *D5* сработает только один раз и вернет все устройство в нулевое состояние (пунктирными линиями показаны эпюры выходных напряжений триггеров, если бы не было элемента *D5*).

Если записать цифрами «1» и «0» состояния всех триггеров в порядке убывания веса разряда, начиная с последнего (*D4*) и кончая входным (*D1*), то получится число 1101. Но число 13 в двоичной системе счисления имеет тот же вид: $13_{10} = 1101_2$. Это не случайное совпадение, а общая закономерность, благодаря которой упрощается проектироваиие делителей частоты.

Составление схемы делителя частоты начинается с пересчета заданного коэффициента деления в двоичное число. Количество разрядов (знаков) двоичного числа покажет, сколько триггеров должно быть в схеме, а количество единиц в этом числе определяет количество входов логического элемента. Входы элемента подключают к прямым выходам *Q* тех триггеров, которые

соответствуют единицам двоичного числа. Во избежание ошибок следует только не забывать, что последнему (младшему) разряду у числа соответствует первый (входной) триггер.

Выход логического элемента соединяется со входами установки нуля (вход R) всех триггеров, от которых были сделаны отводы, а также тех, которые непосредственно за ними следуют. Конкретный тип элемента И — НЕ выбирается из той же серии микросхем, что и триггеры. Логические элементы массового производства ТТЛ могут иметь два, три, четыре или восемь входов.

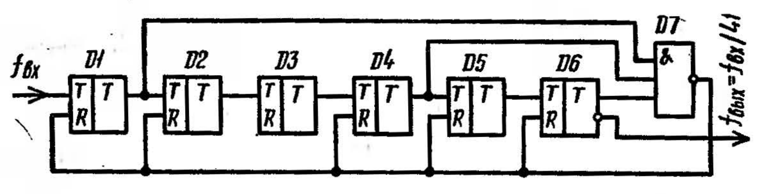


Рис. 2. Делитель на 41

Если в составе серии нет элемента с нужным количеством входов, берется ближайший с бо́льшим числом входов. Все входы элемента И — НЕ равноценны, и порядок их подключения не имеет значения.

Многие микросхемы базиса И — НЕ содержат в одном корпусе несколько независимых элементов. Для делителя частоты требуется только один из них, остальные могут быть использованы для других целей. Если по расчету окажется, что входов требуется больше, чем может иметь один элемент (что бывает редко), следует применить схемы расширения по И.

К примеру, для делителя частоты с коэффициентом деления $K_д = 41_{10} = 101001_2$ потребуется шесть триггеров и логический элемент вида 3И — НЕ, входы которого следует подключить к прямым выходам Q первого, четвертого и шестого триггеров. Выход логического элемента соединяется со входами R перечисленных триггеров, а также второго и пятого (рис. 2).

В делителях частоты должны применяться счетные триггеры (T-триггеры). Триггеры этого типа в микросхемном исполнении не выпускаются, но другие триггеры — типа JK и D — легко преобразовать в T-триггеры. Поэтому в качестве элементной базы может быть ис-

пользован широкий ассортимент микросхем 130, 131, 133, 134, 136, 155, 158 и других серий. Для сокращения количества корпусов удобно применять совмещенные триггеры, например, К155ТМ2 (К1ТК552), К134ТВ14 (К1ТК343), К136ТМ2 и другие. Они же обычно дают выигрыш по потребляемой мощности.

В случае применения триггеров *JK*-типа, например К155ТВ1 (К1ТК551), прямой выход *Q* первого триггера подключают к тактовому входу (*С*-входу) следующего, и так — до последнего.

Для триггеров *D*-типа, например К155ТМ2 (К1ТК552), вход *D* следует соединить с инверсным выходом $\overline{Q}$ своего триггера, сюда же подключается вход следующего триггера. Нужно иметь в виду, что *D*-триггеры с так называемым статическим управлением (К155ТМ5, К155ТМ7, К134ТМ2) в *Т*-триггеры не обращаются и не могут быть здесь использованы.

Требование о подключении входов элемента И — НЕ к прямым выходам *Q* относится к триггерам всех типов. Выходные сигналы можно снимать с любого выхода последнего триггера, но лучше с выхода $\overline{Q}$, так как он не нагружен входом элемента И — НЕ.

Поскольку в делителях применяются микросхемы с потенциальным управлением, выходным сигналом служит задний фронт выходного импульса, а сам импульс при разных коэффициентах деления имеет и разную ширину. Если требуются выходные сигналы с одинаковой длительностью импульса и паузы («меандр»), делитель следует проектировать на половинный коэффициент деления и выходную частоту делить еще в два раза дополнительным триггером.

Счет входных импульсов ведется в двоичном коде 1 — 2 — 4 — 8.., и поэтому делители частоты можно с успехом использовать и в качестве счетчиков. Эти счетчики применимы в цифровых часах при $К_д = 10$ для единиц секунд, минут и часов; $К_д = 6$ для десятков секунд и минут и $К_д = 3$ для десятков часов. На рис. 3, *а* и 3, *б* показаны делители частоты с $К_д = 10_{10} = 1010_2$ в двух вариантах исполнения — на триггерах *JK* и *D*-типа. В качестве счетчиков они равноценны схеме рис. 3, *а* и 3, *б*, описанной в статье [4], и могут быть сопряжены с двоично-десятичными дешифраторами (рис. 9, 10 и 11 упомянутой статьи).

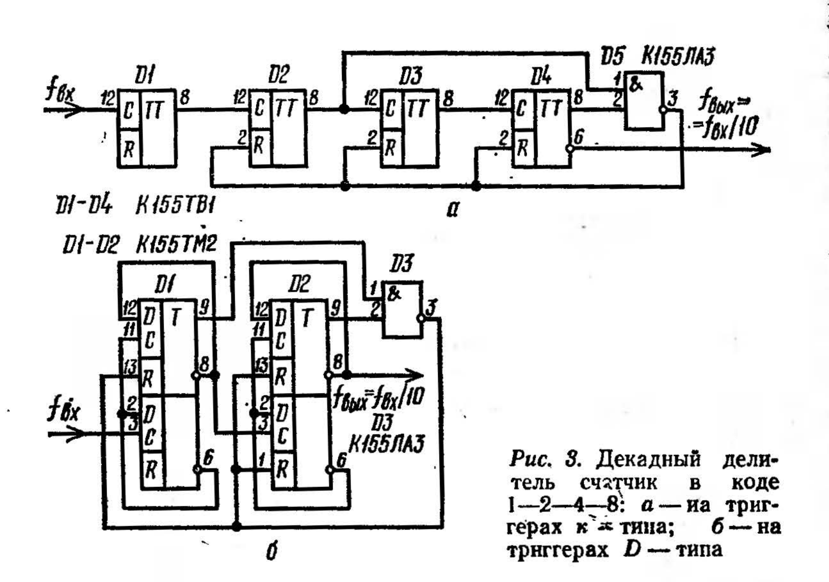


Рис. 3. Декадный делитель счетчик в коде 1—2—4—8: *а* — на триггерах *к* — типа; *б* — на триггерах *D* — типа

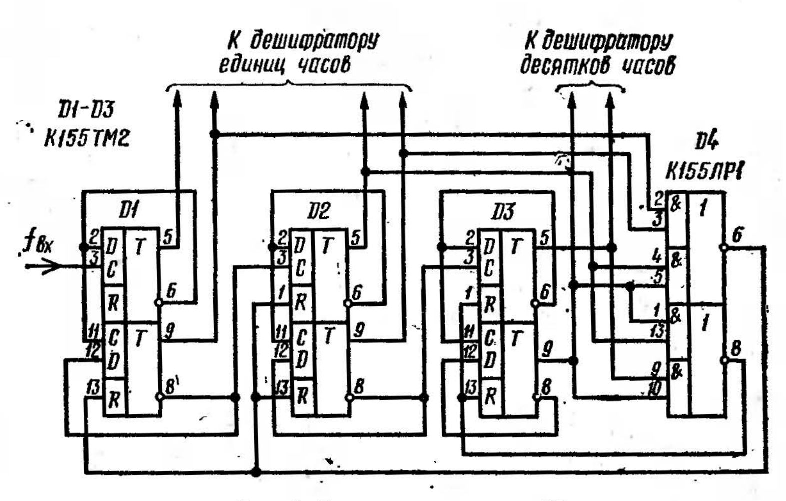


Рис. 4. Счетчик-делитель на 24

В случае использования логических элементов базиса И — ИЛИ — НЕ можно создавать простые по схеме счетчики в двоично-десятичном коде. Как пример на рис. 4 показан счетчик-делитель на 24 к цифровым часам. Триггеры *D1* и *D2* и верхняя половина логического элемента *D4* образуют счетчик единиц, а триггер *D3* и нижняя половина *D4* — десятков часов. Этот последний управляет емкостью счетчика единиц: при нуле или единице, записанных в счетчик десятков, счетчик единиц часов функционирует как десятичный. Двойка, записанная в счетчик десятков, обращает счетчик единиц в четвертичный, что и требуется для обеспечения нужного коэффициента пересчета — 24.

Интегральные микросхемы среднего уровня интеграции К155ИЕ5 (счетчики-делители с переменным коэффициентом деления) (рис. 5) обеспечивают деление за счет входных импульсов со следующими коэффициентами: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 16. При коэффициентах деления от трех до восьми входные импульсы подаются на вход *C2*, триггер *D1* при этом бездействует. В остальных случаях используются все четыре триггера, входные сигналы подаются на вывод *C1*, а выход *Q1* соединяется со входом *C2*. При делении на 2, 4, 8 и 16 логический элемент *D5* не используется, входы его заземляются. При других коэффициентах деления входы логического элемента подключаются к выходам соответствующих триггеров, как было описано выше.

Попробуйте самостоятельно составить схему для коэффициента деления $K_д = 50000$, сверяясь с рис. 6. Обратите внимание, на какие триггеры подаются импульсы установки нуля (для справки: $50000_{10} = 1100001101010000_2$). Интересно отметить, что подобный делитель частоты со структурой $K_д = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 5$ будет иметь 19 триггеров. Делитель частоты из готовых декадных счетчиков, например К155ИЕ1 или К155ИЕ5, потребует пять корпусов, но будет уступать описываемому по стоимости и мощности потребления.

Если применить микросхемы КМОП-структуры серии К176, К561 и других, вместо логических элементов И — НЕ будут элементы вида И, в остальном — без изменений.

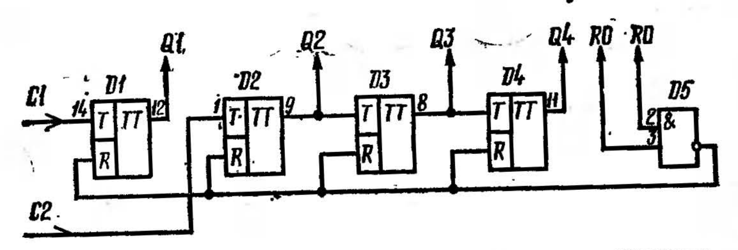


Рис. 5. Структура счетчика-делителя на микросхеме К155ИЕ5

Рис. 6. Делитель частоты $K_g = 50\,000$

Максимальная частота входных импульсов определяется серией примененных микросхем и длиной триггерной цепочки. Для переключения триггеров и срабатывания логического элемента требуется время (для триггеров серии К155 40—45 нс и 15—20 нс для элемента И — НЕ). В последовательной цепочке эти времена суммируются и при большом числе триггеров и высокой входной частоте время срабатывания устройства может

сравняться с периодом следования входных импульсов. Для реальных делителей частоты на микросхемах серии К155 предельная входная частота составляет несколько мегагерц, например для микросхемы К155ИЕ5 8—16 МГц (в зависимости от коэффициента деления).

Работу собранного делителя частоты проверяют электронно-счетным частотомером (Ч3-34, Ч3-35, Ч3-36). Переключатель рода работы устанавливают в положение «Отношение частот А/Б», входные импульсы подаются на «Вход А», выходные — на «Вход Б». Частотомер автоматически измерит отношение А/Б, и цифровые индикаторы зафиксируют величину коэффициента деления.

В заключение рассмотрим способ преобразования чисел из десятичной системы счисления в двоичную. В руководствах по вычислительной технике это преобразование рекомендуют производить последовательным делением исходного числа на два. Метод этот довольно громоздок при действиях с большими числами и не позволяет непосредственно оценить правильность результата преобразования. В описываемом способе преобразования деление заменено вычитанием, количество действий — меньше, а правильность результата легко проверить по выполненным выкладкам.

Преобразование выполняется с помощью таблицы, где даны значения чисел 2^n для $0 \leqslant n \leqslant 20$ (табл. 1), что позволяет преобразовывать числа до двух миллионов.

Таблица 1

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2^n	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048

Продолжение

n	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2^n	4096	8192	16 384	32 768	65 536	131 072	262 144	524 288	1 048 576

Правила действия разберем на примере преобразования числа 465. Расчет для наглядности и удобства оформляется в виде таблицы (табл. 2).

Таблица 2

N_{10}	465	209	81		17				1
2^n	256	128	64	32	16	8	4	2	1
$N_{10}-2^n$	209	81	17	—	1	—	—	—	0
N_2	1	1	1	0	1	0	0	0	1

Преобразуемое число вписывают в первую клетку строки N_{10}. В строку 2^n из табл. 1 заносят в порядке убывания все числа — степени двух, начиная с ближайшего к преобразуемому меньшего числа. Расчет сводится к последовательному вычитанию из строки N_{10} числа строки 2^n. Результаты вычитания записываются в строке $N_{10}-2^n$. Из полученной разности снова вычитается ближайшее к нему число из строки 2^n (если надо — некоторые столбцы пропускаются), и так далее — до получения нуля. Затем в нижней строке N_2 в клетках тех столбцов, где выполнялись вычнтания, вписываются единицы, а в остальные — нули. В итоге в строке N_2 получится двоичный аналог десятичного числа. Для нашего примера $465_{10} = 111010001_2$.

Чтобы проверить правильность выполненных действий, следует сложить числа из строки 2^n, которые были вычитаемыми:

$$256 + 128 + 64 + 16 + 1 = 465.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Лейнов М. Л., Качалуба В. С., Рыжов А. В. Цифровые делители частоты на логических элементах.— М.: Энергия, 1975.

2. Алексеенко А. Г. Основы микросхемотехники.— М.: Советское радио, 1977.

3. Букреев И. Н., Мансуров Б. М., Горячев В. И. Микроэлектронные схемы цифровых устройств.— М.: Советское радио, 1975.

4. Бирюков С. Счетчики на микросхемах.— Радио, 1976, № 2, 3.

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

ГЕНЕРАТОР СЕТЧАТОГО ПОЛЯ

А. Крючков

Этот прибор вырабатывает телевизионный испытательный сигнал, с помощью которого на экране получают сетчатое поле. В приборе формируется высокочастотный сигнал на частоте второго телевизионного канала. Величина выходного напряжения по высокой частоте составляет 10 мВ на нагрузке 75 Ом. Номинальное выходное напряжение низкочастотного испытательного сигнала составляет 1,5 В. Генератор питается от батареи 333Л напряжением 4,5 В или от любого источника напряжением 6—12 В.

Размеры прибора 150 × 78 × 38 мм.

В состав генератора сетчатого поля входят синхрогенератор, смеситель сигналов, генератор УКВ и источник питания.

Синхрогенератор формирует все виды импульсов нужной формы с надлежащими временными сдвигами. Синхрогенератор состоит из генератора тактовой частоты, счетчика точек, счетчика клеток по горизонтали, счетчика телевизионных линий и счетчика клеток по вертикали. Особенностью прибора является применение в нем упрощенной схемы синхрогенератора, в котором для образования растра на кинескопе телевизионного приемника используется принцип построчной развертки. Как известно, растр при чересстрочной развертке содержит нечетное количество строк — 625. Синхрогенератор этого прибора создает растр, состоящий только из 312 телевизионных строк.

Задающий генератор тактовой частоты вырабатывает тактовые импульсы, частота которых должна быть кратной строчной частоте и выбирается из условия необходимого количества клеток сетчатого поля.

Для расчета частоты импульсов генератора задают количество клеток по горизонтали $n_{кл} = 32$ (с учетом обратного хода строчной развертки) и число точек (тактовых импульсов) в клетке $n_т = 8$. При стандартной строчной частоте 15 625 Гц определим частоту сигнала (в килогерцах) для образования клеток по горизонтали:

$$f_{кл} = f_{стр} \times n_{кл} \times 10^{-3} = 15\,625 \times 32 \times 10^{-3} = 500.$$

Зная эту частоту, определим (в мегагерцах) частоту точек (частоту задающего генератора):

$$f_г = f_{кл} \times n_т \times 10^{-3} = 500 \times 8 \times 10^{-3} = 4.$$

Принципиальная схема прибора изображена на рис. 1. Генератор тактовой частоты представляет собой мультивибратор, работающий в автоколебательном режиме на элементах *D1.1* и *D1.2*. Частота колебаний генератора стабилизирована кварцем *Z1*.

Прямоугольные импульсы (меандр) частотой 4000 кГц подаются на счетчик точек, который выполнен на *D*-триггере *D2.1* и части асинхронного двоичного счетчика *D4* с общим коэффициентом деления на восемь.

Прямоугольные сигналы частотой 500 кГц со счетчика точек поступают на счетчик клеток по горизонтали, выполненный на элементах *D4* и *D5* с общим коэффициентом деления на 32.

Прямоугольные сигналы частотой 15 625 Гц со счетчика клеток по горизонтали поступают на счетчик телевизионных линий и счетчик клеток по вертикали, собранные на элементах *D8, D9* с коэффициентом деления на 156 и части микросхемы *D5* с коэффициентом деления на два. Общий коэффициент деления этих счетчиков составляет 312. В схему счетчика телевизионных линий с коэффициентом деления на 156 введена обратная связь, управляющая переходом счетчика из состояния 100111000 в состояние 000000000, тем самым обеспечивается модуль пересчета счетчика, равный 156. Схема обратной связи включает в себя дешифратор кода 100111000 на элементе *D7.2* и инвертор на элементе *D6.4*. Положительный импульс сброса с выхода инвертора подается на входы *R* микросхем *D8, D9,* осуществляя сброс счетчика в состояние 0.

Формирователь строчного синхроимпульса выполнен на дешифраторе *D3.2* (код 30), на входы которого со счетчика клеток по горизонтали подаются четыре старших разряда. Отрицательный строчный синхроимпульс длительностью 4 мкс с выхода дешифратора подается на смеситель сигналов и на схему гашения видеосигнала на время строчного синхроимпульса.

Формирователь кадрового синхроимпульса выполнен на *R-S* триггере (элемент *D2.2*). Длительность кадрового синхроимпульса определяется дешифраторами *D6.3*

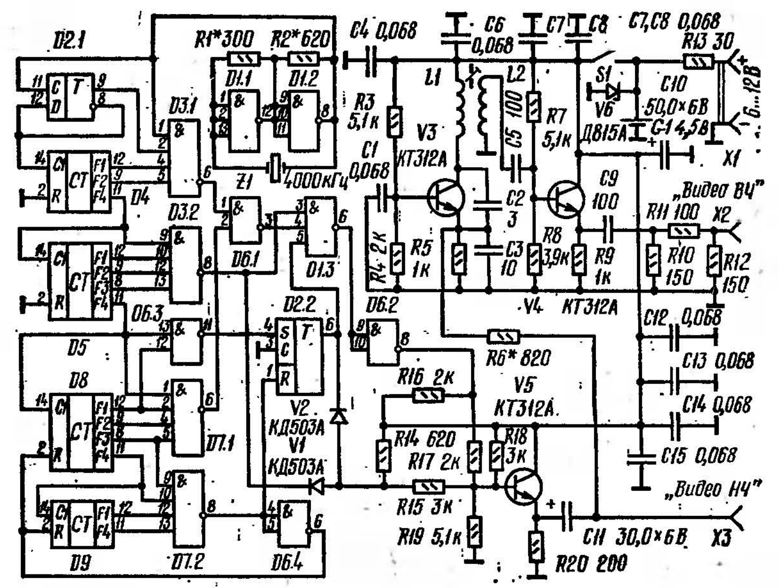


Рис. 1. Принципиальная схема генератора (выводы *12* и *1* микросхем *D4, D5; D8, D9* соединить между собой)

и *D7.2.* Отрицательный импульс дешифратора *D6.3* (код 3) устанавливает триггер в состояние 1, а отрицательный импульс дешифратора *D7.2* (код 312) перебрасывает в состояние 0. Отрицательный кадровый синхроимпульс длительностью 190 мкс, снимаемый с инверсного выхода триггера, подается на смеситель и на схему гашения видеосигнала на время кадрового синхроимпульса.

Для формирования сигнала «Сетчатое поле» необходимо во время активной части строки и кадра соответственно через одинаковые интервалы времени создавать определенное количество импульсов. Формирователь выполнен на элементах *D3.1*; *D7.1*; *D6.1*; *D1.3*; *D6.2*.

Элемент *D3.1* формирует сигнал по строкам. На входы элемента подаются четыре разряда импульсов со счетчика точек. При совпадении во времени всех импульсов на выходе *D3.1* возникает отрицательный импульс, который подается на схему ИЛИ (элемент *D6.1*).

Элемент *D7.1* формирует сигнал по кадрам. На входы элемента подаются четыре младших разряда со счетчика линий. При совпадении во времени всех импульсов на выходе *D7.1* возникает отрицательный импульс, который подается на второй вход схемы ИЛИ (элемент *D6.1*). Положительный видеосигнал по строкам и кадрам с выхода элемента *D6.1* поступает на схему гашения видеосигнала (элемент *D1.3*) на время обратного хода по строкам и кадрам. Отрицательный видеосигнал с выхода схемы гашения инвертируется элементом *D6.2* и затем поступает на смеситель сигналов, который выполнен на резисторах *R14* — *R19* и эмиттерном повторителе на транзисторе *V5*. На вход смесителя поступают кадровые и строчные синхроимпульсы отрицательной полярности и видеосигнал положительной полярности. Все резисторы подобраны так, чтобы при сложении сигналов выполнялось необходимое соотношение между амплитудой синхроимпульсов и видеосигналом. Для того чтобы не было взаимного влияния между синхроимпульсами, последовательно между смесителем и микросхемами, вырабатывающими кадровые и строчные синхроимпульсы, включены диоды *V1* и *V2*.

Полный видеосигнал, выделенный на нагрузке эмиттерного повторителя (резисторе *R20*), подается через конденсатор *C11* на вход генератора УКВ и на выход (гнездо *X3*).

Генератор УКВ настроен на частоту второго телевизионного канала и состоит из задающего генератора и выходного каскада.

Задающий генератор выполнен на транзисторе по схеме емкостной трехточки. Частоту генерируемых колебаний регулируют изменением индуктивности катушки *L1*. Модулирующий сигнал на задающий генератор поступает через резистор *R6*, с помощью которого подбирают глубину модуляции высокочастотного сигнала. Напряжение высокой частоты, снимаемое с катушки связи *L2*, через конденсатор *C5* подается на выходной каскад — эмиттерный повторитель на транзисторе *V4*. Сигнал, выделенный на его нагрузке *R9*, поступает через конденсатор *C9* и согласующее устройство *R10* — *R12* на выход (гнездо *X2*).

Для питания генератора сетчатого поля от автономного источника применяется простейший стабилизатор,

выполненный на стабилитроне *V6* и балластном резисторе *R13*.

Генератор сетчатого поля собран на одной комбинированной печатной плате размерами 148 × 76 × 2 мм (рис. 2). Соединения выводов микросхем на плате выполнены одножильным проводом согласно табл. 1.

Таблица 1

D1/8—D2/11—D3/1
R14—D1/14—D2/14—D6/14—D7/14—D3/14—D4/5—D5/5—D8/5—
—D9/5—S1
D2/9—D3/2
D2/8—D2/12—D4/14
D4/12—D4/1—D3/4
D4/9—D3/5
D3/6—D6/1
D4/11—D3/9—D5/14
D5/12—D3/10—D5/1
D5/9—D3/12
D5/8—D3/13
D3/8—D1/3—V1
D5/11—D3/13—D7/1—D8/14
D8/12—D8/1—D7/2—D6/12
D8/9—D7/4
D8/8—D7/5—D7/9
D7/6—D6/2
D6/3—D1/4
D6/11—D2/4
D2/6—D1/5—V2
D8/11—D9/14—D7/10
D8/2—D9/2—D6/6
D9/1—D9/12—D7/12
D9/11—D7/13
D7/8—D6/4,5—D2/1

Плата вставляется в каркас, изготовленный из латуни толщиной 0,7 мм. На каркасе устанавливают разъем питания *X1*, два коаксиальных разъема *X2* и *X3* и переключатель *S1* (движковый малогабаритный ПДМ1-1) для включения питания. Сверху и снизу генератор сетчатого поля закрывают крышками, изготовленными из латуни толщиной 0,3 мм.

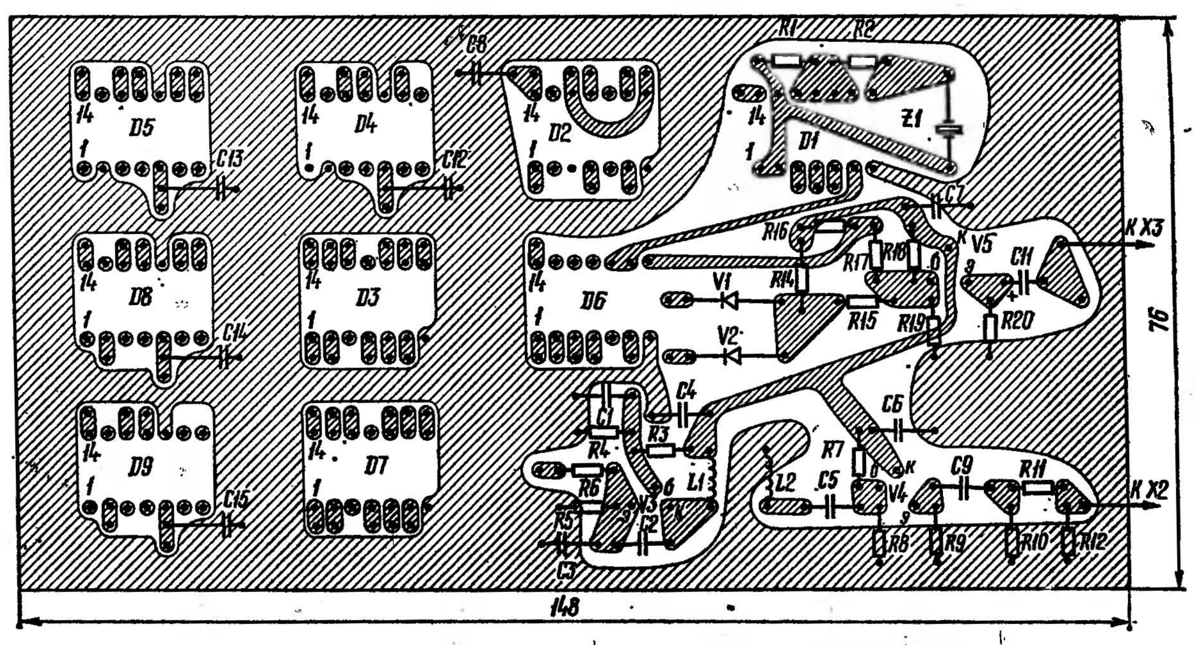


Рис. 2. **Печатная плата генератора**

В генераторе применены малогабаритные резисторы МЛТ-0,125; МЛТ-2; конденсаторы КМ5 и К50-6. При отсутствии кварцевого резонатора на 4 МГц можно подогнать частоту другого, желательно с меньшей резонансной частотой. Подгонка частоты кварцевых резонаторов в домашних условиях дело довольно тонкое и трудное, требующее аккуратности. Перестройка резонаторов в больших пределах может производиться только в сторону повышения частоты. Пластину, настроенную на частоту, например, 3 МГц можно перестроить на частоту 5 МГц, обратная же операция невозможна, так как можно только уменьшить размеры кварца, а для понижения частоты необходимо их увеличение.

Незначительно понизить частоту продольно колеблющейся пластины удается путем закругления (сошлифовки) одного из ее уголков. Понизить частоту металлизированного кварца в небольших пределах можно с помощью мягкого графитового карандаша. Слой графита, наносимый на металлическое покрытие, как бы увеличивает его толщину, что и приводит к понижению частоты. Обычно же толщину покрытия увеличивают гальванической металлизацией. Стирая или наращивая металлическое покрытие, можно изменять частоту резонатора всего лишь на несколько сотых или, самое большее, десятых долей процента. Металлический слой постепенно стирается чернильной резинкой, кисточкой из стеклянной ваты или зубным порошком, нанесенным на кусок фетра. Время от времени пластина ополаскивается в воде, протирается спиртом, вставляется в кварцедержатель, после чего производится замер и в случае надобности операция повторяется вновь. Недопустимо, чтобы в серебряном покрытии появились просветы, так как в этом случае пластина окажется испорченной. Более значительное повышение частоты поперечно колеблющейся пластины требует снятия металлического слоя и соответствующего уменьшения толщины кварца. Поскольку в любительских условиях обратное нанесение металлизированного покрытия после шлифовки невозможно, приходится применять металлические накладные электроды, зажатые по плоскости.

Увеличение резонансной частоты продольно колеблющихся пластин проще, чем поперечно колеблющихся. Здесь следует уменьшить длину, ширину или диаметр

пластины. Так как частота обратно пропорциональна соответствующему размеру пластины, то можно подсчитать ориентировочно размеры пластин для нового значения частоты.

Укорачивать пластину следует поровну с обоих концов, иначе точка крепления окажется не в середине пластины, что будет вносить большие затухания. Небольшое укорочение пластины осуществляется шлифовкой наждачной пастой. Паста состоит из смеси наждачного порошка и воды, доведенной до густоты сметаны. Тонкий слой пасты наносят на кусок матового стекла или пластину металла. Когда длина пластины, измеренная микрометром, приблизится к расчетной, необходимо проверить частоту резонатора (способы измерения и измерительная аппаратура описаны ниже). Чем ближе частота кварца к требуемой, тем чаще производятся измерения и тем осторожнее ведется шлифовка. Следует помнить, что излишнее укорочение пластины приводит к непоправимому браку. Всякий раз перед установкой резонатора для проверки необходимо тщательно промывать его в спирте и протирать чистой тряпочкой. Если требуется значительно укоротить пластину, излишек ее длины можно отрезать алмазом и сошлифовать наждачной пастой.

Сошлифовка пластины по толщине в любительских условиях ведется следующим образом. Снимается металлическое покрытие с помощью азотной кислоты. Серебряный слой можно стереть зубным порошком. Одна из граней пластинки смачивается водой и притирается к плоскопараллельной колодке из стекла или металла (плоскопараллельность колодки выверяется микрометром). На плоский кусок стекла или металлическую плиту наносится наждачная паста. В процессе шлифовки водят шлифуемой поверхностью пластины по плите с наждачной пастой. Давление на пластину должно быть равномерно распределено по всей ее плоскости. Время от времени толщина пластины вместе с плоскопараллельной колодкой измеряется микрометром.

По достижении заданного размера пластину снимают с колодки, промывают в воде и спирте, просушивают, вставляют в кварцедержатель (последний нетрудно изготовить в любительских условиях) и включают в генератор для проверки частоты колебаний. Пластина долж-

на быть строго плоскопараллельной, иначе она может не возбудиться. Точная настройка пластины производится путем подшлифовки ее поверхности тонким наждачным порошком.

Следует особо отметить необходимость соблюдения строжайшей чистоты при обращении с кварцем. Нередко пластина перестает возбуждаться только от того, что ее касались грязными руками. Резонатор должен быть предохранен от загрязнения и пыли.

Частоту кварца в любительских условиях в простейшем случае можно ориентировочно определить с помощью генератора стандартных сигналов ГСС-6 или ему подобных.

С этой целью кварцевый резонатор подключают к выходу «1 В» генератора ГСС-6 и, медленно вращая ручку настройки, наблюдают за показаниями индикатора выходного напряжения.

На частотах, отличных от резонансной, сопротивление кварца очень велико, а потребляемая мощность ничтожно мала. На частоте последовательного резонанса сопротивление пластины резко падает, вследствие чего возрастает мощность, потребляемая нагрузкой генератора, и его выходное напряжение заметно снижается.

Практически на частоте последовательного резонанса на шкале индикатора генератора наблюдается резкое уменьшение показаний, легко обнаруживаемое при достаточно медленном вращении ручки настройки.

Глубина спада выходного напряжения при настройке в резонанс тем больше, чем меньше активное сопротивление кварца.

Уменьшение показаний индикатора наблюдается и на гармониках резонансной частоты кварца, однако в значительно меньшей степени по сравнению с изменениями показаний на основной частоте. Кроме того, всегда можно установить приблизительное значение резонансной частоты, зная вид колебаний (последний легко установить, исходя из конструктивных особенностей резонатора) и толщину или длину пластины.

Точность указанного способа измерения частоты кварцев невелика и определяется главным образом погрешностью в градуировке генератора стандартных сигналов, однако в любительской практике и такая точность часто оказывается достаточной.

Заметим, что указанным способом можно измерять частоты не только кварцевых резонаторов, но и обычных последовательных колебательных контуров.

Для более точной проверки частоты настройки кварцевых резонаторов применяют частотомеры с необходимым диапазоном измерения частот. Одна из принципиальных схем измерения частоты кварцевого резонатора показана на рис. 3.

На микросхеме К155ЛА3 собирается генератор прямоугольных импульсов, частота которого определяется

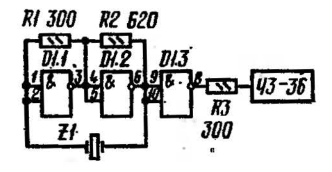


Рис. 3. Схема измерения частоты кварцевого резонатора

частотой кварцевого резонатора. Для уменьшения влияния входного сопротивления частотомера на изменение частоты генератора частотомер ЧЗ-36 подключается к генератору через резистор сопротивлением 300 Ом и часть микросхемы К155ЛА3. Питание микросхемы осуществляется от источника постоянного тока напряжением 5 В.

Перед настройкой прибора необходимо (см. рис. 1) разомкнуть контакты выключателя *S1* (отключить нагрузку), на гнездо *X1* подать от автономного источника питания напряжение 6—12 В и измерить напряжение на стабилитроне *V6*, которое должно быть около 5 В. Затем включают нагрузку и проверяют наличие напряжения питания на соответствующих выводах транзисторов и микросхем.

Настройка синхрогенератора сводится к проверке при помощи осциллографа формы всех импульсов и сравнения их параметров (амплитуда, длительность, частота) с осциллограммами, указанными на рис. 4. Настройку генератора УКВ удобно производить с помощью свип-генератора Х1-19. Для этого к выходу генератора УКВ параллельно резистору *R12* присоединяют прибор Х1-19, включенный «сам на себя». Аттенюатор выхода сигнала свип-генератора ставят в положение «40 дБ» на максимум в диапазоне частот 50—150 МГц.

При работе генератора УКВ на экране свип-генера-

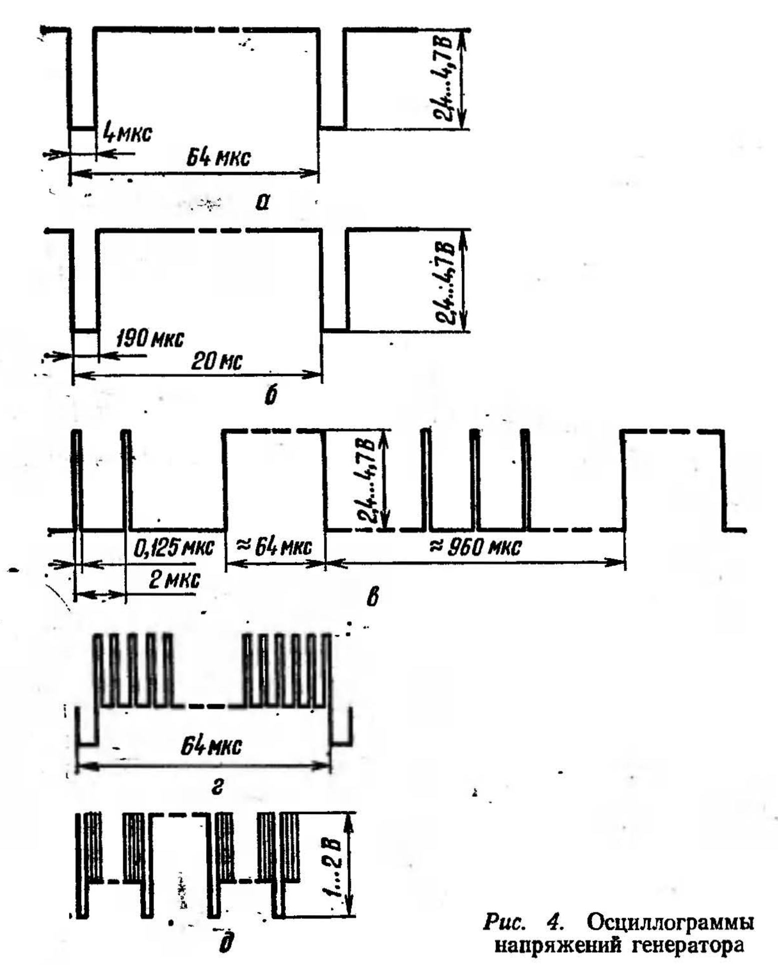


Рис. 4. Осциллограммы напряжений генератора

тора будет наблюдаться метка биений напряжения генератора и напряжения свип-генератора на частотах 50—70 МГц.

Вращая сердечник катушки *L1*, выставляют метку биений на частоту 59,25 МГц.

Если потребуется использовать другой телевизионный канал, то можно воспользоваться данными табл. 2, где приведены частоты настройки генератора УКВ и данные катушек *L1*, *L2* для всех 12 каналов.

Таблица 2

Каналы	Частота генератора, МГц	Число витков	
		L1	*L2*
I	49,75	10	2
II	59,25	9	2
III	77,25	7	2
IV	85,25	7	2
V	93,25	6	2
VI	175,25	4	1
VII	183,25	4	1
VIII	191,25	3	1
IX	199,25	3	1
X	207,25	3	1
XI	215,25	2	1
XII	203,25	2	1

Примечание. Все контуры наматывают проводом ПЭВ-2 0,5 на каркасах от телевизора «Юность» с подстройкой латунным сердечником.

Настроенный таким образом генератор сетчатого поля не может полностью обеспечить качественное изображение испытательных таблиц на экране телевизионного приемника, так как применяемые измерительные приборы недостаточно совершенны. Поэтому окончательную настройку и проверку работоспособности прибора можно произвести на любом, хорошо отлаженном телевизионном приемнике черно-белого или цветного изображения.

Для этого коаксиальным кабелем соединяют гнездо «Видео НЧ» с гнездом «Вход видео» цветного телевизионного приемника через электролитический конденсатор емкостью 20—50,0 мкФ. На телевизионном приемнике переключают вход видеоусилителя на гнездо «Вход видео» (соединяют перемычкой контакты *2*, *3* контрольной точки *КТ13*, плата УПЧ).

На экране телевизионного приемника должен отображаться без искажений четкий испытательный сигнал «Сетчатое поле».

Затем проверяют работу прибора на втором телевизионном канале. Для этого вновь соединяют выход видеодетектора со входом видеоусилителя. Один штекер кабеля вставляют в антенное гнездо телевизионного приемника, а другой — в гнездо «Видео ВЧ». Так как

генератор УКВ настроен на частоту второго телевизионного канала, то переключатель селектора каналов на телевизионном приемнике ставят на второй канал. Тумблер «Настройка ручная, автоматическая» ставят в положение «Автоматическая». Затем включают питание генератора сетчатого поля и при помощи сердечника подстраивают контур автогенератора УКВ, добиваясь наилучшего изображения сигнала «Сетчатое поле».

Качество изображения «Сетчатого поля» на экране телевизионного приемника со входа антенны будет хуже, чем при подаче сигнала на «Вход видео».

ЦВЕТОМУЗЫКА

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЦВЕТОМУЗЫКАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

И. Виноградов

Это устройство (АЦМУ) разработано как декоративная приставка к стереокомплексу, создающая интересный зрелищный эффект в жилой квартире или в любом другом небольшом помещении даже при достаточно интенсивной общей освещенности.

Демонстрация цветового сопровождения звука на экране размерами 900 × 900 мм создает приятное впечатление и благодаря малой толщине экрана (всего 155 мм) устройство не кажется громоздким.

Преимущество описываемой установки по сравнению с другими подобными устройствами заключается в большой гибкости управления светом, сочности цветовых гамм, применении лампы-вспышки для создания специальных световых эффектов и возможности использования не только экрана с движущимися силуэтами, но и с дополнительными прожекторами с цветными стеклами. Кроме этого, устройство имеет выход для подключения низкооборотного двигателя для вращения зеркального шара.

В АЦМУ применен компрессионный усилитель, что позволяет наблюдать в динамике световую картину как при малых, так и при больших уровнях музыкального сопровождения.

Яркость свечения ламп можно регулировать независимо от уровня звукового сигнала. Это позволяет выставить желаемую начальную яркость свечения экрана и поэтому в паузах не наступает полной темноты, столь неприятной для ощущения. Относительный уровень засветки пауз подбирается в зависимости от внешних условий демонстрации устройства. При различном темпе музыки путем соответствующей коммутации можно изменять инерционность свечения ламп, приводя в соответствие ритм музыки и скорость изменения светового рисунка на экране. Эффект восприятия цветового сопро-

вождения заметно увеличивается, если включить медленно вращающиеся трафареты.

Техническая характеристика

Мощность, потребляемая выходным оптическим устройством (экраном), кВт	1,3
Мощность, потребляемая блоком управления, Вт	20
Количество каналов	6
Чувствительность, мВ	50
Входное сопротивление, кОм	16
Габариты, мм:	
блока управления	300×200×100
выходного оптического устройства	900×900×155
Масса, кг:	
блока управления	3
выходного оптического устройства	28

Конструктивно вся установка состоит из двух блоков: блока управлеиия и выходного оптического устройства в виде плоского экрана. Внешний вид блока управления показан на рис. 1, а его функциональная схема — рис. 2. Сигнал с усилителя НЧ (линейного выхода любого канала) поступает на компрессионный усилитель *A7* с индикатором перегрузки *U25*. Затем сигнал распределяется на шесть каиалов блока управления. Через RC-фильтры *Z1* — *Z6* сигиал проходит на усилители каналов *A1* — *A6* и попадает иа распределительные трансформаторы *U1* — *U6*, необходимые для устранеиия гальванической связи основного устройства с питающей сетью. После интегрирующих цепочек *U7* — *U12* и RC-ячеек *U13* — *U18* сигнал поступает на регуляторы мощности *U19* — *U24* и далее на нагрузку — лампы накаливания *H1* — *H6*. Лампой-вспышкой *H7* управляет блок *U26*, питание вся установка получает от блока *U27*, от него же питается и двигатель *M*, вращающий трафареты.

Принципиальная схема компрессионного усилителя с индикатором перегрузки и одного канала автоматической цветомузыкальной установки с блоком лампы-вспышки и общим источником питания показана на рис. 3.

Сигнал с разъема *X1* поступает через регулятор уровня *R1* на делитель напряжения, образованый резистором *1R1* (индексы номеров плат в позиционных обозначениях элементов на принципиальной схеме не показаны) и транзистором *1V1*, и затем на двухкаскадный

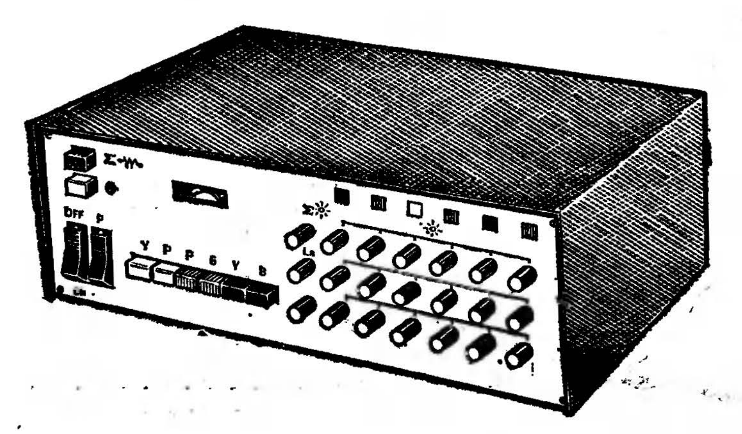


Рис. 1. Внешний вид АЦМУ

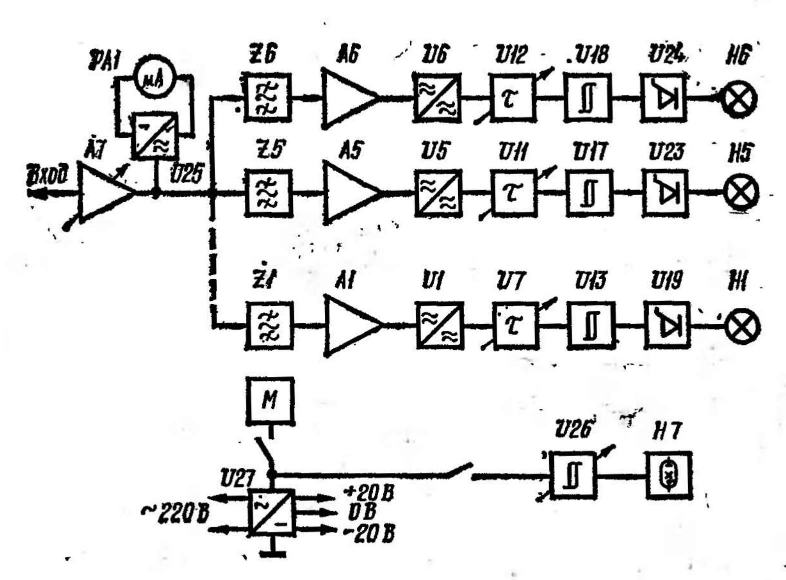


Рис. 2. Структурная схема устройства

усилитель, выполненный на транзисторах *1V2* и *1V3* с непосредственной связью между каскадами. С коллектора транзистора *1V3* сигнал подается на общий регулятор яркости всех каналов *R2* и через эмиттерный повторитель (*1V5*) на выпрямительные диоды *1V6*, *1V7*. Полученное постоянное напряжение через транзистор *1V4* поступает на базу транзистора *1V1*, тем самым меняя его проводимость, и, в итоге, управляет работой транзистора *1V1*, который используется как переменный резистор.

При напряжении сигнала более 1 В регулятором *R1* уменьшают его до этого уровня, контролируя индикатором перегрузки. Если источник сигнала имеет напряжение менее 1 В, движок переменного резистора *R1* должен находиться в левом по схеме положении.

С резистора *R2* сигнал поступает на регуляторы яркости каждого канала — резисторы *R3*. Все шесть каналов идентичны, за исключением номиналов конденсаторов в *RC*-фильтрах, которые указаны в табл. 1, поэтому далее рассмотрен только один канал.

Таблица 1

№ канала	$f_{рез}$, Гц	*2C2*, *2C3*, пФ	*2C4*, пФ
1	75	48 000	100 000
2	150	24 000	48 000
3	300	12 000	24 000
4	600	6000	12 000
5	1200	3000	6000
6	2400	1500	3000

С движка переменного резистора *R3* сигнал попадает на узкополосный активный *RC*-фильтр, который образован двойным Т-образным мостом, включенным в цепь обратной связи. Фильтр пропускает сигнал выбранной частоты, который усиливается двухкаскадным усилителем на транзисторах *2V2*, *2V3* и через трансформатор *2T1* и диод *2V4* поступает на интегрирующую цепь *R4C1* или *C1*, *C2* в зависимости от положения переключателей *S1* и *S2*.

Изменяя емкость *RC*-цепочки конденсаторами *C1* и *C2* получаем четыре степени инерционности свечения

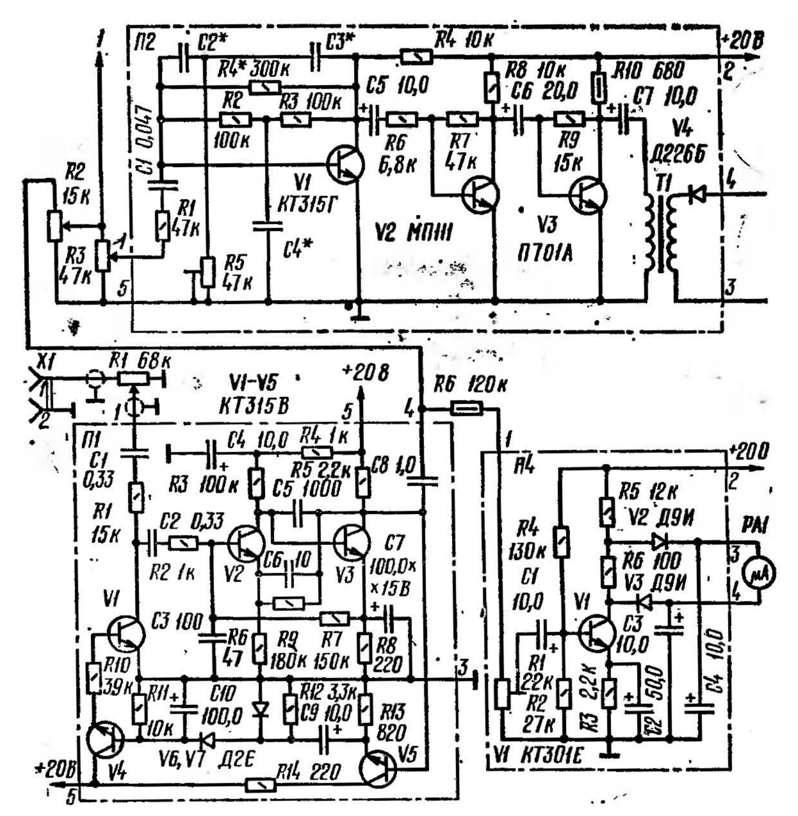


Рис. 3. Принципиальная схема АЦМУ

ламп каждого канала в отдельности.

Выходной узел является однополупериодным регулятором мощности с фазовым управлением. Здесь управление тиристором происходит с помощью фазовращательного моста. При изменении отрицательного потенциала на базе транзистора *3V1* изменяется его проводимость, а следовательно, и фаза управляющего напряжения на аноде тиристора (угол отсечки анодного тока и, соответственно, средняя мощность в нагрузке).

Лампа-вспышка выполнена на базе ИФК-120. Она дает 3—4 вспышки в секунду. При освещении такими вспышками движущихся людей или любых других объектов в полной темноте возникает впечатление дискрет-

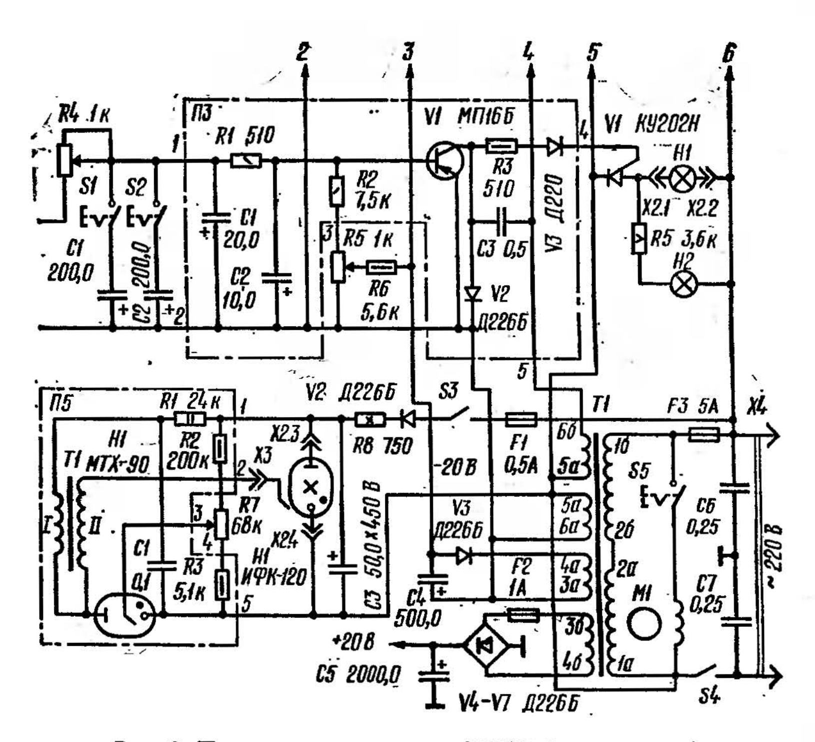


Рис. 3. **Принципиальная схема АЦМУ (продолжение)**

ности их движений, и перед глазами встают, как бы остановившиеся, картинки, не похожие одна на другую.

Питание ИФК-120 осуществляется через диод *V2*, конденсатор *C3* и резистор *R8*. При замыкании контактов выключателя *S3* заряжается конденсатор *5C1* через резистор *5R1* и растет напряжение на аноде тиратрона *5H1*. Когда зажжется тиратрон, конденсатор *5C1* разрядится через импульсный трансформатор *T1*, и во вторичной обмотке возникнет импульс высокого напряжения, поджигающий лампу ИФК.

Изменяя потенциал на сетке лампы *5H1*, можно менять частоту вспышек.

Весь блок управления сигналом выполнен на девяти печатных платах из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм. Соединение между платами и органами

управления осуществляется с помощью разъемов. Платы установлены на металлическом шасси из дюралюминия Д16А толщиной 1,5 мм, передняя фальшпанель, задняя, нижняя и верхняя крышки сделаны из того же металла. Все они, кроме передней фальшпанели, полированы и химически оксидированы в черный цвет.

На передней панели расположены органы управления. На задней стенке находятся предохранители и разъемы для соединения с экраном, источником сигнала, сетью и другими дополнительными устройствами. На переднюю панель вынесены шесть индикаторных ламп 28 В × 0,1 А, подключенных на выходе каждого канала для контроля нормальной работы.

Лампа-вспышка ИФК-120 установлена в прямоугольном дюралюминиевом корпусе, закрытом прозрачным органическим стеклом. Для бóльшего рассеивания света и повышения яркости вспышек внутренняя поверхность корпуса отделана смятой алюминиевой фольгой. Корпус лампы-вспышки при помощи микрофонного штекера вставляется в верхнюю крышку экрана.

Провод, соединяющий вывод вторичной обмотки трансформатора *Т1* с поджигающим электродом лампы ИФК-120, должен быть проложен отдельно от общего кабеля через специальный разъем.

Индикатор перегрузки выполнен на микроамперметре М4203 с током полного отклонения 100 мкА. Его шкала заменена на другую, декоративную, разделенную на три цветных сектора. Граница второго и третьего секторов является контрольной риской, она соответствует 1 В входного напряжения.

Выходное оптическое устройство (экран) выполнено в виде параллелепипеда с размерами 900 × 900 × 155 мм, изготовленного из дюралюминиевых уголков 40 × 40 мм, а верх и боковые стороны — из дюралюминиевых полос 900 × 155 мм, выкрашенных серой краской.

Задняя стенка — из гетинакса толщиной 6 мм; на ней крепятся все лампы, светофильтры и электродвигатель с вращающимися трафаретами. В задней стенке прорезана вентиляционная щель размерами 820 × 50 мм. Для циркуляции воздуха нижнюю крышку во время работы открывают. Внутренняя поверхность задней стенки покрыта тонкой алюминиевой фольгой, чтобы улучшить

отражение света. Светофильтры использованы от театральных прожекторов размером 200 × 200 мм. Они вложены между двумя пластинками из стекла толщиной 2 мм и крепятся кронштейнами к задней стенке, как по-

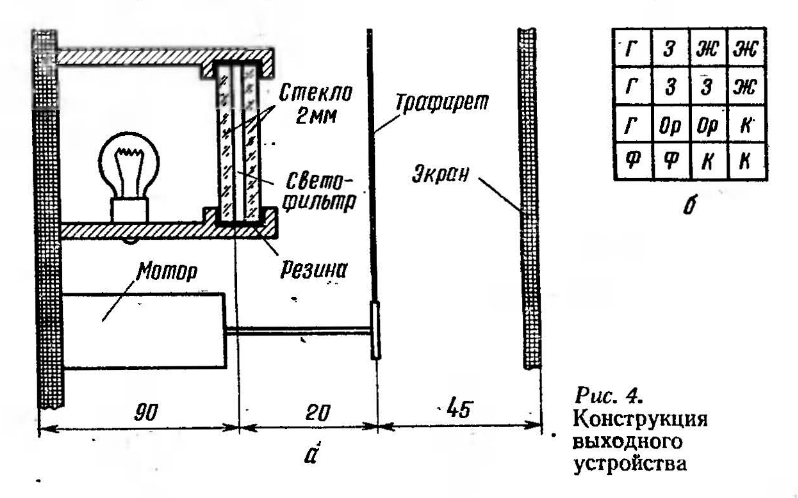


Рис. 4. Конструкция выходного устройства

казано на рис. 4, *а*. На рис. 4, *б* указано расположение ламп различного цвета в данной конструкции, а в табл. 2 — мощность используемых ламп.

Таблица 2

Цвет	$P_л$, Вт	Цвет	$P_л$, Вт
Фиолетовый	2×150	Зеленый	3×100
Красный	3×100	Голубой	3×60
Оранжевый	2×60	Желтый	3×40

После сборки светофильтров и установки ламп на экран натягивают два слоя марли, способствующие лучшему рассеиванию света. На марлю наклеивают или пришивают легкие неподвижные трафареты из тонкого картона.

Вращающийся трафарет должен иметь небольшую массу при довольно большом диаметре, чтобы не созда-

вать большой нагрузки для маломощного электродвигателя. Кроме того, трафарет не должен деформироваться. Так как при диаметре круглого трафарета около 800 мм из любого материала он будет или тяжел или иметь недостаточную жесткость, компромиссным решением было следующее конструктивное оформление вращающегося трафарета.

Мотор ДСД2-П1 прикреплен к задней стенке, для уменьшения шума во время работы он закрыт звукоизоляционным материалом (войлоком). На оси электродвигателя запрессован диск диаметром 40 мм, в боковую поверхность которого на равных расстояниях по окружности ввернуты шесть стальных прутков диаметром 2 мм. В прутках просверлены отверстия диаметром около 1 мм и в эти отверстия протянута швейная нитка, которой опутывают полученный каркас, как паутиной. На полученную «паутину» крепят легкие формообразующие элементы.

В качестве экрана используют матовое или более органическое стекло толщиной 4 мм. Внутри верхние и боковые стороны экрана затянуты черной тканью — для уменьшения влияния отраженного света.

При налаживании всего устройства на вход компрессионного усилителя подают синусоидальный сигнал частотой 1 кГц и напряжением 10 мВ. На выходе должен быть получен синусоидальный сигнал около 0,5 В. До этой величины компрессор работает как линейный усилитель. При дальнейшем увеличении входного сигнала напряжение на выходе имеет логарифмическую зависимость от напряжения на входе.

Фильтры настраивают по максимальному выходному напряжению на резонансной частоте потенциометром *2R5*. Резонансную частоту фильтра подбирают конденсаторами *2C2*, *2C3*, *2C4*. Резистор *2R4* должен иметь возможно большее сопротивление, но исключающее генерацию на резонансной частоте. Срыва генерации можно также достичь подключением к резисторам *2R2*, *2R3* конденсатора емкостью 10—40 пФ. Избирательность фильтров не менее 25 дБ/окт и регулируется потенциометром *2R5*.

Со вторичной обмотки трансформатора *T1* должен быть сигнал не менее 1 В.

Напряжения на выводах транзисторов приведены в табл. 3.

Таблица 3

	1V1	1V2	1V3	1V4	1V5	2V1	2V2	2V3
$U_к$, В	0	1,8	10	20	18	2	6	11
$U_б$, В	0	0,4	1,8	0	10	0,6	0,6	0,7
$U_э$, В	0	0	1,2	0	9	0	0	0

Сетевой трансформатор *Тр1* ТС-40-6 имеет выходное напряжение на обмотках *6б — 5б*, *5а — 6а* по 7,5 В; *3а — 4а*; *3б — 4б* по 15 В. Данные трансформаторов помещены в табл. 4.

Таблица 4

Обозначение по схеме	Тип сердечника	Число витков	Провод
2Т1	Г4×8, пермалой	I — 2500 II — 500	ПЭВ-2 ПЭВ-2
5Т1	Стержень, феррит 400НН, ∅ 8, $L = 20$ мм	I — 2500 II — 20	ПЭВ-2 ПЭВ-2

Переменные резисторы СП3-9а, СП3-1б; конденсаторы К73П-3, КМБП, КД-2б, К10У-5, БГМТ-2а, К10-7В, электролитические К50-6, К-50-7; резисторы МЛТ, ПЭВ-10. Индикаторные лампы КМ-300М 28 × 0,1 а.

ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

Н. Дробница

Устройство предназначено для заряда батарей аккумуляторов общей емкостью до 100 Ач и напряжением 6—12 В. Оно допускает плавную регулировку зарядного тока и автоматически отключается от сети по окончании заряда.

Схема зарядного устройства изображена на рис. 1. Состоит оно из двух основных узлов: узла плавного регулирования силы зарядного тока, собранного на транзисторах *V2, V3* и тиристоре *V1,* и узла автоматического отключения на транзисторах *V10, V11* и реле *K1*. Зарядное устройство работает следующим образом. При нажатии на кнопку *S1* «Пуск» подается напряжение на узел управления тиристором, а также соединяется цепь питания узла автоматического отключения. При нижнем (по схеме) положенин движка потенциометра *R11* транзистор *V11* находится в закрытом состоянии, а *V10* открывается. Реле *K1* включается и замыкающимися контактами *K1.1. K1.2* блокирует контакты кнопки.

В цепи первичной обмотки трансформатора *T1* через диодный мост *V4 — V7* установлен тиристор *V1*. Регулирование тока трансформатора осуществлено с помощью изменения фазы открывания тиристора, которое выполнено по фазоимпульсному методу. В начальный полупериод напряжение на конденсаторе *C1* меньше напряжения, поступающего на базу транзистора *V3* с делителя *R5R2,* и транзисторы *V2* и *V3* закрыты. Как только конденсатор *C1* зарядится через резисторы *R6, R4* и *R3* до напряжения, превышающего напряжеиие на базе транзистора *V3,* последний открывается, что приводит к открыванию транзистора *V2* и импульсному разряду конденсатора *C1* через цепь управляющего электрода тиристора. Таким образом, изменяя время заряда конденсатора *C1* переменным резистором *R3,* осуществляем плавное регулирование силы зарядного тока.

Узел автоматического отключения работает следующим образом. Перед началом заряда аккумулятора по-

тенциометром *R11* устанавливают напряжение, при котором устройство должно отключаться. Для этого при отключенном аккумуляторе устройство включают и переводят переключатель *S2* измерительного прибора в положение «V». Резистором *R3* устанавливают напряжение, величина которого на 0,3—0,5 В меньше напряжения заряженного аккумулятора. Затем медленно вращают ручку потенциометра *R11* до момента отключения устройства. Чтобы предотвратить перегрев катушки реле при повышенном напряжении вторичной обмотки, в узле автоматического отключения установлены резистор *R7* и диод *V12,* которые стабилизируют ток транзистора *V10.* Если падение напряжения на резисторе *R7* не превышает 0,8 В, ток через диод *V12* не проходит, и транзистор *V10* полностью открыт. Как только падение напряжения на резисторе *R7* начинает превышать 0,8 В (это происходит при повышении вторичного напряжения), отпирается диод *V12,* пропуская ток по базовой цепи транзистора *V11.* При этом транзистор *V11* приоткрывается, а *V10* подзакрывается, поддерживая заданное значение тока через катушку реле.

В устройстве можно использовать промышленный трансформатор, вторичная обмотка которого рассчитана на напряжение 20—24 В и силу тока 10—15 А, или изготовить его из трансформатора питания телевизора мощностью 180—200 Вт. Для переделки трансформатора необходимо смотать все обмотки, оставив только сетевую, и намотать вторичную обмотку проводом ПЭВ-2 сечением 1,5 мм². Число витков вторичной обмотки в 10 раз меньше числа витков первичной.

Кремниевые маломощные транзисторы *V2, V3* могут быть любого типа соответствующей проводимости. Реле *K1* типа РЭС-9 (паспорт РС4.524.203) слаботочное на рабочее напряжение катушки 6 В, имеющее две пары замыкающих контактов.

При использовании реле, рабочий ток катушки которого превышает 40 мА, транзистор *V10* необходимо установить на теплоотводящий радиатор.

Если устройство конструируют для заряда аккумуляторов на рабочее напряжение, равное только 12 В, реле желательно выбирать с катушкой на 12 В, при этом вы-

деляемая мощность на транзисторе *V10* значнтельно уменьшится.

Резистор *R7* рассчитывают по формуле

$$R_7 = \frac{0{,}53}{I_{кс}},$$

где $I_{кс}$ — сила тока срабатывания реле, А;

R_7 — сопротивление резистора *R7*, Ом.

Например, для указанного на схеме реле сопротивление

$$R_7 = \frac{0{,}53}{0{,}1} \approx 5\ Ом.$$

Диоды *V4* — *V7* должны быть на обратное напряжение не менее 500 В н прямой ток 1 А, *V14* — *V17* — на прямой ток не менее 10 А, *V12* — маломощный кремниевый, любого типа.

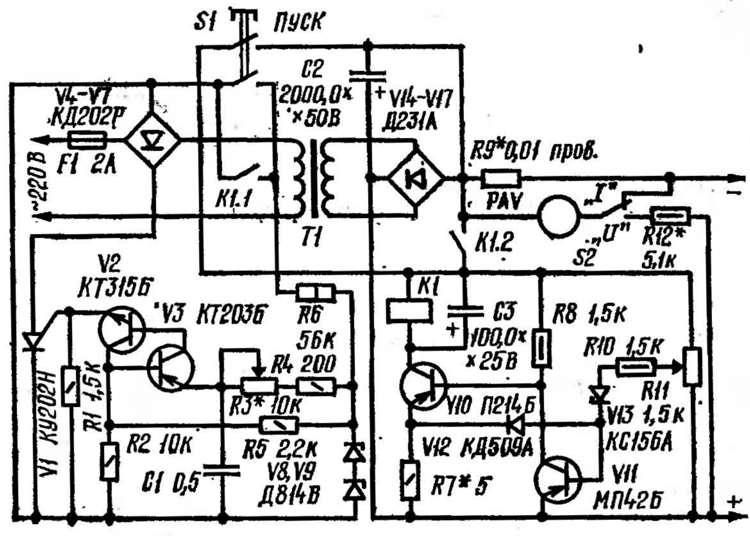


Рис. 1. Принципиальная схема устройства